COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 JUILLET 1897,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHATIN.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Steenstrup*, Correspondant de la Section d'Anatomie et Zoologie, décédé à Copenhague, le 20 juin 1897.

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie approchée du passage d'un régime graduellement varié à un régime rapidement varié ou* vice versa. Note de M. **J. Boussinesq.**

« I. La longueur des calculs et surtout la complication des résultats seraient des plus rebutantes ([1]), si l'on ne se bornait au cas de parois assez

([1]) *Voir* le précédent *Compte rendu*, p. 6.

polies, ou d'un coefficient B_0 de frottement extérieur assez faible, pour réduire au premier ordre de petitesse la différence $\varphi - 1$ et aussi, d'après (76), les inégalités relatives de vitesse des filets fluides à l'état de régime varié, où elles sont exprimées par $\varphi + \varpi - 1$. Alors, d'une part, $(\varphi + \varpi)^2$ et $(\varphi + \varpi)^3$ sont très sensiblement $1 + 2(\varphi + \varpi - 1)$ et $1 + 3(\varphi + \varpi - 1)$. Leurs valeurs moyennes ne se distinguent donc plus de 1 ; ce qui réduit le second membre de (25) à ses trois premiers termes, où, même, les coefficients $2\alpha - 1 - \eta$ et $1 + 2\eta$ deviennent l'unité. D'autre part, les composantes transversales v, w de la vitesse admettent les expressions simples (72), qui donnent, sous une forme symbolique et abrégée, mais évidente, dans laquelle U se comporte comme un facteur constant et η, ζ comme des facteurs indépendants de x et t,

$$(80)\qquad \frac{d(v', w')}{dx} = \left(\frac{d}{dt} + \mathrm{U}\frac{d}{dx}\right)^2 \left[\left(\frac{dy_0}{dx} + \eta\frac{da}{dx}\right),\ \left(\frac{dz_0}{dx} + \zeta\frac{dh}{dx}\right)\right].$$

» Le terme complémentaire (79), à joindre au second membre de (25), devient donc

$$(81)\qquad -\frac{1}{g}\left(\frac{d}{dt} + \mathrm{U}\frac{d}{dx}\right)^2 \mathfrak{M}\left[a\left(\frac{dy_0}{dx}\eta + \frac{da}{dx}\frac{\eta^2}{2}\right) + h\left(\frac{dz_0}{dx}\zeta + \frac{dh}{dx}\frac{\zeta^2}{2}\right)\right].$$

» Par exemple, dans les deux cas : 1° d'un canal rectangulaire de largeur $2a$ où η varie de -1 à 1 et, ζ, de zéro à 1 ; 2° d'un tuyau circulaire où $y_0 = z_0 = 0$, $a = h = \frac{1}{2}\mathrm{R}$, et où le rapport $\iota = \frac{1}{2}\sqrt{\eta^2 + \zeta^2}$ de la distance r à l'axe au rayon R varie de zéro à 1, ce terme (81) devient respectivement

$$(82)\qquad -\frac{1}{g}\left(\frac{d}{dt} + \mathrm{U}\frac{d}{dx}\right)^2 \left[\left(\frac{a}{2}\frac{dy_0}{dx} + \frac{h}{2}\frac{dz_0}{dx} + \frac{a}{6}\frac{da}{dx} + \frac{h}{6}\frac{dh}{dx}\right),\ \frac{\mathrm{R}}{4}\frac{d\mathrm{R}}{dx}\right].$$

» S'il s'agit, en particulier, d'un canal rectangulaire de largeur constante, y_0 et a sont constants, la dérivée de z_0 en x est l'excédent de la petite pente actuelle I de surface sur la pente constante de l'axe des x; et le terme (82) devient aisément

$$(83)\qquad -\frac{h}{2g}\left(\frac{d}{dt} + \mathrm{U}\frac{d}{dx}\right)^2 \left(\mathrm{I} + \frac{1}{3}\frac{dh}{dx}\right).$$

» II. Par l'adjonction du terme (81), (82) ou (83) au second membre de l'équation (25) et la réduction de $1 + \eta, \alpha$ à l'unité dans ce second membre, on rendra l'équation (25) applicable à un régime qui *devient* ou qui *cesse d'être rapidement* varié, ou, encore, qui se maintient, sur des longueurs notables, voisin d'un régime graduellement varié; c'est-à-dire, en un mot, à tout régime où les dérivées de σ et U en x ou t sont petites.

mais sans décroître de plus en plus à mesure que leur ordre s'élève. La première formule (70) et les formules (72) employées dans la démonstration ne sont basées, en effet, de même que les transformations opérées ci-dessus, que sur l'hypothèse de la quasi-égalité relative de vitesse des filets fluides et sur la petitesse commune des dérivées de U et σ.

» Dans le cas particulier d'un canal rectangulaire de largeur constante pour lequel a été obtenue l'expression (83), il suffit d'observer que la pente I de surface égale la pente (constante ou variable) i de fond, moins la dérivée de h en x, pour rendre cette expression (83) identique au dernier terme d'une équation (482) donnée pour le même cas dans mon *Essai sur la théorie des eaux courantes* (p. 524). On peut voir aux §§ XX à XXV de cet *Essai* comment l'adjonction du terme dont il s'agit à l'équation du mouvement permet d'étudier l'état permanent d'un cours d'eau, soit aux points où un régime *graduellement* varié se détruit ou s'établit, comme, par exemple, au pied et au sommet des *ressauts* brusques ou ondulés, soit aux endroits où le fond présente des ondulations longitudinales régnant sur toute la largeur, qui se répercutent plus ou moins à la superficie, etc.

» Les formules s'appliquent même sans que le fond ait besoin d'être très poli; car on n'a négligé dans leur établissement que les *carrés* et *produits* des inégalités de vitesse ou d'autres petits facteurs.

» III. Considérons enfin le régime permanent varié, très spécial, qui a été l'occasion de l'étude actuelle, savoir, celui qui se produit dans la partie amont d'un long tuyau rectiligne, après l'épanouissement des filets fluides consécutif à la rapide contraction de l'entrée, et qui sert de transition au régime uniforme existant ensuite sur toute la longueur. Dans cette question, le changement des vitesses u avec l'abscisse x des sections σ n'est plus amené par des variations de σ ou de la vitesse moyenne U, puisque σ et U sont constants; et tous les termes qui prédominaient jusqu'ici dans nos équations, parmi ceux qu'introduit la non-uniformité du régime, s'effacent, pour laisser le premier rôle à d'autres beaucoup plus complexes. Nos démonstrations et nos formules subsistent, il est vrai, sans modification, jusqu'à (25) et (26) inclusivement; mais les seconds membres de celles-ci perdent leurs termes affectés des dérivées de U et de σ, c'est-à-dire justement ceux que la simple connaissance des lois du régime uniforme permettait d'évaluer; et, par exemple, l'équation (25), formule générale du mouvement, devient (vu d'ailleurs la permanence admise)

$$(84) \qquad \mathrm{I} = b\mathrm{U}^2 \frac{\chi}{\sigma} + \frac{\mathrm{U}^2}{g} \frac{d(\alpha - \iota - \eta)}{dx}.$$

» IV. Toutefois, celle-ci n'est pas entièrement suffisante aux faibles distances de l'entrée du tuyau ; car, à partir de la formule (15), nous avons supposé petites non seulement, comme la définition même de la graduelle variation du régime nous avait déjà autorisé à le faire, l'accélération longitudinale u', les vitesses transversales v, w et surtout les accélérations correspondantes v', w', mais aussi la différence entre le mode effectif de distribution des vitesses que définit, par exemple, le rapport $\varphi + \varpi$ de u à U, dans la section considérée, et le mode de distribution propre au régime uniforme, exprimé de même par φ. Or la petitesse de u' entraîne bien, d'après le système (10), celle de F_2, mais non, dans la formule (11), celle du terme en F_2, à cause du petit dénominateur $\sqrt{B_0}$ et du numérateur assez grand k figurant dans le coefficient de ce terme. Il est donc possible, en général, que, malgré la graduelle variation de l'écoulement, le rapport de u à u_0 donné par (11) et, par suite, celui, $\varphi + \varpi$, de u à U, s'écartent très notablement de ce qu'ils sont dans le régime uniforme, savoir, de φ pour le dernier rapport et de $\frac{\varphi}{\varphi_0}$ pour le premier, φ_0 désignant la valeur de φ au milieu du fond, là où $u = u_0$. Ainsi, ne regardons plus comme petite la fonction ϖ, ni, par suite, sa valeur ϖ_0 au milieu du fond, valeur qui est

$$(85) \qquad \varpi_0 = \frac{u_0}{U} - \varphi_0 = \frac{u_0}{U} - \sqrt{\frac{b}{B_0 \mathfrak{M} f}}$$

(vu l'égalité $B_0 u_0^2 \mathfrak{M} f = b U^2$ dans le régime uniforme); et nous aurons, en multipliant (85) par $U\sqrt{B_0 \mathfrak{M} f}$,

$$(86) \qquad \sqrt{B_0 u_0^2 \mathfrak{M} f} - \sqrt{b U^2} = \sqrt{B_0 \mathfrak{M} f}\, U \varpi_0.$$

» La différence des deux premiers termes de (16) sera donc comparable à chacun d'eux, et l'on ne pourra plus, dans (15), négliger devant l'unité le carré du second terme entre crochets; mais on pourra substituer partout à F_1, dans ce terme, d'après la signification même, que définit (8), de F_1, le rapport de $\varphi - \varphi_0$ à $\varphi_0 k \sqrt{B_0}$, ou mieux de $\sqrt{\mathfrak{M} f}(\varphi - \varphi_0)$ à $k\sqrt{b}$.

» La formule (15), multipliée par $u_0 \sqrt{b}$, sera identiquement

$$(87) \qquad \sqrt{b U^2} = \sqrt{B_0 u_0^2 \mathfrak{M} f} - \frac{1}{\sqrt{B_0 u_0^2 \mathfrak{M} f}} \frac{\sigma}{\chi} \frac{\mathfrak{M}(\varphi u' - u')}{g}.$$

» Celle-ci, comparée à (86), montre que le dernier terme de (87) égale, au signe près, $\sqrt{B_0 \mathfrak{M} f}\, U \varpi_0$.

» Alors, la relation (87), élevée au carré, donnera, pour tenir lieu de (16),

$$(88)\qquad B_0 u_0^2 \mathfrak{M} f = b\mathrm{U}^2 + 2\frac{\sigma}{\chi}\frac{\mathfrak{M}(\varphi u' - u')}{g} - (B_0 \mathfrak{M} f)\mathrm{U}^2 \varpi_0^2.$$

» Au second membre, φ peut d'ailleurs, identiquement, être remplacé par le rapport de $u - \mathrm{U}\varpi$ à U et non plus simplement, comme on avait fait dans (16), par celui de u à U ; ce qui ajoute à $\mathfrak{M}(2uu')$, qui était la valeur approchée de $2\mathrm{U}\mathfrak{M}(\varphi u')$, la correction $2\mathrm{U}\mathfrak{M}(-\varpi u')$. A la fin de la formule (17), il faudra donc ajouter l'expression

$$(89)\qquad \frac{2}{g}\frac{\sigma}{\chi}\mathfrak{M}(-\varpi u') - (B_0 \mathfrak{M} f)\mathrm{U}^2 \varpi_0^2.$$

» Par suite, cette expression se retrouvera en plus, divisée par le rayon moyen, dans les formules (18), (25) de la pente motrice I.

» V. L'équation (84) du mouvement, ainsi complétée, devient

$$(90)\quad \mathrm{I} = b\mathrm{U}^2\frac{\chi}{\sigma} + \frac{\mathrm{U}^2}{g}\frac{d(\alpha - 1 - \eta)}{dx} + \frac{2}{g}\mathfrak{M}(-\varpi u') - (B_0 \mathfrak{M} f)\frac{\chi}{\sigma}\mathrm{U}^2 \varpi_0^2.$$

» La *hauteur motrice* totale $\int \mathrm{I}\,dx$ dépensée entre deux sections, abaissement, entre elles, tant de l'axe hydraulique que de la pression sur cet axe (mesurée en hauteur du fluide), comprend donc quatre parties : 1° celle qui provient du terme en b ou qu'absorbe le frottement ordinaire de régime uniforme ; 2° une autre, positive comme la précédente et également notable, $\frac{\mathrm{U}^2}{g}\int d(\alpha - 1 - \eta)$ ou sensiblement $2\frac{\mathrm{U}^2}{g}\int d\eta$ (vu $\alpha = 1 + 3\eta$ à peu près), employée à accroître les inégalités de vitesse des filets fluides et simplement proportionnelle à l'augmentation du coefficient $\alpha - 1 - \eta$ entre les deux sections considérées ; 3° et 4°, enfin, deux petites parties,

$$(91)\qquad \frac{2}{g}\int \mathfrak{M}(-\varpi u')\,dx, \qquad -(B_0 \mathfrak{M} f)\frac{\chi}{\sigma}\mathrm{U}^2 \int \varpi_0^2\,dx,$$

du second ordre de petitesse comme les produits $-\varpi u'$, ϖ_0^2, sauf sur une faible longueur près de l'entrée, où la fonction ϖ est comparable à $\varphi - 1$, l'inégalité des vitesses n'y étant encore qu'ébauchée. La dernière (91) est évidemment négative, comme $-\varpi_0^2$. Quant à la précédente, elle est positive. En effet, d'une part, les filets périphériques, d'abord trop rapides, ou pour lesquels ϖ est positif, se ralentissent et ont leur accélération u' négative, tandis que, d'autre part, les filets voisins de l'axe et pour lesquels ϖ est négatif, s'accélèrent : le produit $-\varpi u'$ est donc positif dans presque toute la section et a sa valeur moyenne positive.

» Si, pour prendre le cas le plus simple, on suppose l'entrée du tuyau assez bien évasée pour que les filets fluides soient sensiblement parallèles dès l'origine de sa partie prismatique ou cylindrique, la formule de D. Bernoulli leur atttribuera à cet endroit, comme on sait, la vitesse commune, U, *due* à la hauteur motrice dès lors dépensée à partir des points du réservoir d'admission où le fluide est en repos. On y aura donc $\alpha - 1 - \eta = 0$. Et, par suite, *la hauteur motrice totale dépensée*, depuis le réservoir jusqu'aux points où régnera le régime uniforme, *pour établir ce régime*, ou en sus de ce qu'y absorbera le frottement ordinaire de régime uniforme, sera

$$(92)\quad \frac{U^2}{g}\left[\frac{1}{2}+(\alpha-1-\eta)+\frac{2}{U^2}\int_0^\infty \mathfrak{M}(-\varpi u')\,dx - g\mathrm{B}_0(\mathfrak{M}f)\frac{\chi}{\sigma}\int_0^\infty \varpi_0^2\,dx\right].$$

» Les coefficients $1+\eta$, α y désignent les valeurs moyennes de φ^2 et φ^3; autrement dit, ils se rapportent à la limite supérieure des intégrations, ou aux sections σ dans lesquelles le régime uniforme existe. L'abscisse x de celles-ci, comptée à partir de l'origine du tuyau prismatique ou cylindrique, peut d'ailleurs être supposée infinie, les fonctions sous le signe $\int$ de (92) y tendant asymptotiquement et assez rapidement vers zéro.

» VI. Abstraction faite des éléments les plus voisins de la limite $x=0$, d'une somme probablement insignifiante, les deux intégrales que contient l'expression (92) s'évalueront, avec une assez faible erreur *relative*, en supposant la fonction ϖ de l'ordre des petites quantités dont nous négligeons habituellement les produits. C'est donc dans cette hypothèse simplificatrice qu'il nous reste à déterminer ϖ, ou, ce qui revient au même, F_2.

» Nous aurons pour cela le système (10) d'équations, dans lequel u' sera donné par la formule (40), évidemment réduite à

$$(93)\quad u' = \mathrm{U}\left(v\frac{d\varphi}{dy}+w\frac{d\varphi}{dz}\right)+\mathrm{U}^2\varphi\frac{d\varpi}{dx} = \mathrm{U}^2\left(\frac{v}{a\mathrm{U}}\frac{d\varphi}{d\eta}+\frac{w}{h\mathrm{U}}\frac{d\varphi}{d\zeta}+\varphi\frac{d\varpi}{dx}\right).$$

» D'ailleurs, d'après (46), où y_0, z_0, a, h seront constants et la valeur (52) de $\varkappa$ nulle, les vitesses transversales v, w auront simplement λ et μ pour quotients par aU et hU, avec λ, μ régis par l'équation indéfinie (53) et la condition au contour (49), sans compter la condition d'intégrabilité (1).

» Bornons-nous aux deux cas de la section rectangulaire très large, de hauteur $2h$, et de la section circulaire de rayon R, où nous savons que, par raison de symétrie, v, w ou λ, μ, fonctions *impaires* de y, z, sont les deux dérivées en y, z ou en η, ζ, d'une même fonction *paire*, soit de ζ, soit de η et ζ par l'intermédiaire du rapport, r, au rayon $R = 2a = 2h$, de la

distance $r = \sqrt{y^2 + z^2}$ à l'axe : ce qui rend identique la vérification de la condition (1) d'intégrabilité.

» Nous introduirons comme inconnue auxiliaire une fonction ω de ζ ou η, et de x, dont la dérivée en x soit justement cette fonction qui a λ et μ pour dérivées respectives en η et ζ. Autrement dit, nous poserons

$$(94) \qquad \lambda = \frac{d^2\omega}{dx\, d\eta}, \qquad \mu = \frac{d^2\omega}{dx\, d\zeta}.$$

ω comprendra ainsi une fonction arbitraire de η et ζ. Nous en disposerons de manière que, sur une première section σ, celle qui aura, par exemple, l'abscisse $x = 0$, et où la valeur de ϖ, évidemment paire en η, ζ, sera directement donnée, l'on ait

$$(95) \quad \Delta_2\omega + \varpi = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{d^2\omega}{d\eta^2} + \frac{d^2\omega}{d\zeta^2} = -\varpi, \quad \text{avec} \quad \frac{d\omega}{d\nu} = 0 \text{ (sur le contour).}$$

» Alors, vu les expressions (94) de λ et μ, l'équation indéfinie (53) et la condition (49) deviendront respectivement $\frac{d}{dx}(\Delta_2\omega + \varpi) = 0$, $\frac{d}{dx}\left(\frac{d\omega}{d\nu}\right) = 0$. Donc, les équations (95) seront vérifiées pour toutes les valeurs de x, c'est-à-dire sur toutes les sections σ. On voit que, si l'on connaissait sur l'une d'elles quelconque la fonction paire ϖ de η et de ζ, ces équations (95) y détermineraient, à une constante arbitraire près $f(x)$, la fonction ω, également paire en η, ζ. La partie $f(x)$ de ω, évidemment étrangère aux relations (94), (95) de ω avec nos vraies inconnues λ, μ, ϖ, reste indéterminée.

» Enfin, l'expression (93) de u', en en éliminant, par (95) et (94), ϖ et les rapports λ, μ de v, w à $a\mathrm{U}$, $h\mathrm{U}$, puis observant que φ ne dépend pas de x, et substituant enfin à φ sa valeur tirée de (51), deviendra

$$(96) \left\{ \begin{aligned} u' &= \mathrm{U}^2 \frac{d}{dx}\left(\frac{d\varphi}{d\eta}\frac{d\omega}{d\eta} + \frac{d\varphi}{d\zeta}\frac{d\omega}{d\zeta} - \varphi\Delta_2\omega\right) \\ &= -\frac{k\sqrt{\mathrm{B}_0}\mathrm{U}^2}{1 + k\sqrt{\mathrm{B}_0}\mathfrak{M}\mathrm{F}_1}\frac{d}{dx}\left[\left(\frac{1}{k\sqrt{\mathrm{B}_0}} + \mathrm{F}_1\right)\Delta_2\omega - \frac{d\mathrm{F}_1}{d\eta}\frac{d\omega}{d\eta} - \frac{d\mathrm{F}_1}{d\zeta}\frac{d\omega}{d\zeta}\right]. \text{ »} \end{aligned} \right.$$

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'emploi des sels cuivriques pour préparer le dosage de divers éléments dans les fontes et les aciers.* Note de MM. **Ad. Carnot** et **Goutal**.

« I. *Dosage du carbone.* — Depuis que Berzélius a recommandé l'emploi du chlorure cuivrique neutre et froid, comme dissolvant de la fonte,

en vue de déterminer le carbone qu'il laisse insoluble, cette méthode a été modifiée par différents auteurs, principalement dans le but de rendre l'attaque plus rapide.

» On emploie généralement, aujourd'hui, à l'exemple de Blair et Dudley, une solution tiède de chlorure double de cuivre et de potassium contenant environ 25 pour 100 de ce sel et 10 pour 100 d'acide chlorhydrique ([1]). La durée de l'attaque varie avec le volume des grains métalliques, la température et l'agitation de la solution. Avec des fragments très petits (passés au tamis n° 80) et par une agitation mécanique continuelle, on peut obtenir la dissolution en trois quarts d'heure, à la température de 60°. Avec des grains volumineux, surtout si l'agitation est insuffisamment renouvelée, l'attaque exige de six à quinze heures; veut-on l'activer autrement que par l'agitation, c'est-à-dire en exagérant la proportion d'acide ou la température, on s'expose à des pertes sensibles en carbone, qui s'échappe sous forme de composés sulfurés ou hydrocarbonés.

» Le nouveau dispositif, qui va être décrit, permet de diminuer beaucoup la durée de l'opération, sans entraîner aucune perte.

» L'attaque se fait dans une fiole de verre conique, de 300^{cc} de capacité et de 12^{cm} de diamètre à la base. Cette fiole contient un disque perforé de 11^{cm} de diamètre, formé d'une feuille de platine, que l'on a enroulée sur elle-même en forme de cylindre pour l'introduire par le col et que l'on a ensuite aplanie à l'aide d'un agitateur.

» La prise d'essai peut varier entre 2^{gr} et 5^{gr}, suivant qu'il s'agit d'une fonte ou d'un acier, que l'on a réduit soit en morceaux grossiers, soit en copeaux. On emploie, par gramme de métal, 50^{cc} d'une solution à 30 pour 100 de chlorure double et l'on ajoute quatre à cinq gouttes d'acide chlorhydrique. La solution cuivrique ayant été seule introduite au début dans la fiole, on ferme celle-ci au moyen d'un bouchon de caoutchouc muni de deux trous, qui sont traversés, le premier par un tube plongeant jusqu'au fond de la fiole et amenant un courant d'acide carbonique purifié, le second par un tube de dégagement.

» Pour simplifier l'installation de plusieurs essais simultanés, on peut disposer à la suite les unes des autres un certain nombre de fioles semblables, réunies entre elles comme des flacons laveurs, traversées ainsi par un seul et même courant d'acide carbonique et placées sur un bain de sable ou de cailloux.

» La liqueur cuivrique ayant été portée quelques secondes à l'ébullition, on laisse refroidir à 60° et l'on introduit les fragments métalliques pesés; on rétablit le courant et l'on élève la température aux environs de 90°-95°.

» L'attaque, dans ces conditions, se fait très rapidement et sans aucune perte ap-

---

([1]) Voir Ad. Carnot, *Méthodes d'analyse des fontes, des fers et des aciers* (*Annales des Mines*), 2ᵉ sem. 1895.

préciable de carbone. Des copeaux fins sont dissous en vingt minutes, des fragments de $0^{gr},500$ à $0^{gr},800$ en une heure, de gros morceaux de 5^{gr} en une heure et demie.

» Le courant d'acide carbonique a le double avantage de maintenir constamment le liquide en agitation, ce qui hâte beaucoup l'attaque, et de créer dans la fiole une atmosphère non oxydante, grâce à laquelle on évite le dépôt d'hydrate ferrique, qui se produit toujours au contact de l'air, lorsque la solution est très faiblement acide. Enfin, le disque de platine, agissant comme élément de pile, facilite beaucoup l'attaque du métal qu'il touche.

» Lorsque le cuivre précipité a été complètement redissous, on recueille sur un filtre d'amiante le carbone resté insoluble, on le lave avec du chlorure double étendu et acide et l'on termine par de l'eau bouillante. On essore vigoureusement à la trompe et l'on brûle finalement dans un courant d'oxygène, sans dessiccation préalable, car l'expérience a montré que la dessiccation occasionne une perte parfois sensible. L'acide carbonique produit par la combustion est retenu dans un tube d'absorption exactement taré.

» Cette nouvelle méthode de dosage du carbone, soumise à des essais de contrôle très rigoureux, a fourni des résultats absolument comparables à ceux de la méthode ordinairement employée, et cela dans un temps beaucoup plus court; le dosage du carbone total peut être exécuté d'une façon très exacte en une heure et demie.

» II. *Dosage du soufre.* — La méthode consistant à dissoudre le fer, pour doser le soufre dans le résidu, a déjà, depuis longtemps, été recommandée par Gintl, qui employait le perchlorure de fer acide ([1]), par Meineke, qui lui substitua le bichlorure de cuivre avec chlorure de sodium ([2]); elle a été reprise plus récemment par quelques auteurs, qui ont cherché à accélérer l'attaque en chauffant et acidifiant la liqueur.

» On arrive plus rapidement et plus sûrement à des résultats exacts en employant le même dispositif que pour le carbone.

» Après attaque par la solution de chlorure cupripotassique très faiblement acidifiée, chaude, constamment remuée et préservée de l'oxydation par un courant lent d'acide carbonique et en présence d'une feuille de platine, le soufre se trouve tout entier dans le résidu insoluble. Nous avons observé qu'il peut être en partie à l'état de sulfure de fer, mais surtout, en général, à l'état de sulfure de cuivre, provenant de la transformation du sulfure de manganèse par le sel cuivrique.

» Lorsque le résidu insoluble a été isolé sur un filtre d'amiante et lavé, comme précédemment, on le traite par un mélange formé de 5^{cc} d'acide chlorhydrique, 15^{cc} d'eau, 1^{cc} de brome. On laisse quelque temps à froid, puis on élève lentement la température et l'on chauffe à l'ébullition pour chasser le brome. On neutralise la solution filtrée

---

([1]) *Zeitschrift für analytische Chemie*, t. VII, p. 427.

([2]) *Ibid.*, t. X, p. 280.

par l'ammoniaque pure; on revient en arrière par quelques gouttes d'acide chlorhydrique et l'on précipite à l'ébullition par le chlorure de baryum. Le précipité ne contient, en général, que des traces insensibles de silice et peut être directement pesé après lavage et calcination. La purification, si on la jugeait utile, se ferait aisément par addition de quelques gouttes d'acide fluorhydrique ou de quelques grains de fluorure d'ammonium et évaporation avec quelques gouttes d'acide sulfurique.

» Cette méthode fournit, pour les teneurs moyennes, un dosage du soufre aussi bon que la méthode d'oxydation *directe* (Arnold) ou la méthode dite *d'évolution* (Rollet-Campredon); mais, tandis que la première exige environ deux journées, elle ne demande que trois heures; il est vrai que la méthode d'évolution est plus rapide encore, parce qu'elle remplace la pesée par une évaluation volumétrique, mais elle nécessite une installation compliquée, difficile à réaliser en dehors des laboratoires spécialement consacrés à ce genre de travaux. La méthode que nous présentons est, d'ailleurs, spécialement avantageuse pour l'appréciation des faibles teneurs en soufre, qui échappent à la méthode d'évolution, et pour le cas des aciers au tungstène, au titane, au cuivre et au nickel, où la méthode d'évolution ne donne pas la totalité du soufre.

» III. *Dosage du phosphore.* — L'emploi de la solution de chlorure double de cuivre et de potassium, dans un état de neutralité parfaite, permet de laisser la totalité du phosphore dans le résidu insoluble à l'état de phosphure de fer. Notre procédé ne diffère pas, en principe, de celui de Gintl et surtout de Meineke; mais l'emploi de notre dispositif permet d'obtenir une attaque rapide, sans emploi d'acide et sans dépôt d'hydrate ferrique. On peut, à l'exemple de ces auteurs, effectuer le dosage du phosphore après celui du soufre, sur le résidu d'une seule et même opération.

» Pour le dosage spécial du phosphore, nous conseillons d'opérer de la manière suivante :

» Traiter le résidu, après lavage, par l'acide azotique et le brome, filtrer, porter à l'ébullition avec quelques décigrammes d'acide chromique pour détruire les composés carburés, saturer par l'ammoniaque et revenir en arrière par quelques gouttes d'acide azotique, enfin précipiter par 50^{cc} de liqueur nitromolybdique à la température de 45° environ. De nombreux essais nous ont montré que, dans ces conditions, à température très modérée et en présence de très peu de fer, le précipité de phosphomolybdate a sa composition normale); il peut être recueilli directement sur un filtre taré, lavé à l'eau azotique au centième, essoré à la trompe, séché à 100° et pesé. La silice se trouve éliminée, sans que l'on ait besoin d'une évaporation à sec; l'arsenic, s'il y en avait dans le métal, passe entièrement en dissolution dans le sel cuivrique, ce qui peut même fournir un moyen exact de séparation de l'arsenic et du phosphore.

» IV. *Dosage du chrome.* — Le chrome des aciers chromés reste complètement insoluble, quand on fait l'attaque dans les conditions précédemment indiquées, pourvu que l'on emploie une dissolution cuivrique absolument neutre. On pourra ensuite attaquer le résidu lavé et calciné par du peroxyde de sodium (méthodes Clarck, Saniter, Benazet), reprendre par l'eau la masse fondue, faire bouillir, puis doser l'acide chromique par l'eau oxygénée ou le sel de Mohr.

» L'ensemble des opérations demande de deux à trois heures environ. Cette méthode est particulièrement avantageuse dans le cas des aciers, dont la faible teneur en chrome rend difficile l'attaque directe par le peroxyde de sodium.

» V. *Dosage du tungstène et du titane.* — Le tungstène et le titane restent également dans la partie laissée insoluble par le chlorure cuivrique, lors même que celui-ci serait sensiblement acide.

» Ils y sont à l'état de composés oxydés, si la teneur est faible; à l'état métallique, en grande partie, dans le cas de teneurs élevées.

» Il suffit d'attaquer le résidu calciné, débarrassé de silice par l'acide fluorhydrique, à l'aide d'un mélange d'azotate et de carbonate de potassium, dans les proportions de 8 et 2 parties, comme l'a indiqué M. Defacqz ([1]), puis de reprendre par l'eau; l'acide tungstique, entièrement dissous, est alors précipité sous forme de tungstate mercureux, qu'on lave bien et calcine en atmosphère oxydante pour peser l'acide tungstique pur. L'acide titanique, resté insoluble, est fondu avec du bisulfate de potassium. La solution aqueuse, contenant du sulfate ferrique, est réduite par l'acide sulfureux, puis additionnée d'acétate de sodium et portée à l'ébullition; l'acide titanique précipité est recueilli, calciné et pesé.

» Quand les précipités sont très faibles et que l'on peut hésiter sur leur véritable nature, on peut les caractériser par la méthode qui a été donnée par M. Lucien Lévy pour l'acide titanique ([2]) et par M. Defacqz pour l'acide tungstique ([3]). On traite le précipité calciné et pesé par un grain de bisulfate et 8 à 10 gouttes d'acide sulfurique, on chauffe doucement jusqu'aux vapeurs sulfuriques; après refroidissement, on ajoute un cristal d'hydroquinone et on voit alors se produire une teinte rouge cramoisi avec l'acide titanique et violet améthyste avec l'acide tungstique.

» En traitant directement par l'ammoniaque concentrée et chaude la partie laissée insoluble par le chlorure cuivrique, puis évaporant cette solution, on peut retrouver dans le résidu des traces d'acide tungstique, qu'aucune autre méthode n'aurait permis de déceler. Ce résidu étant, en général, souillé par un peu de silice et d'oxyde de fer, on le chauffe avec un grain de bisulfate et 8 gouttes d'acide sulfurique; après refroi-

---

([1]) *Comptes rendus*, 16 novembre 1896, p. 823.

([2]) *Ibid.*, 3 août 1896, p. 309.

([3]) *Ibid.*, 29 novembre 1886.

dissement, on ajoute un peu d'hydroquinone, et, en remuant avec l'agitateur, on voit apparaître une teinte violet améthyste très intense, qui marque la présence de simples traces d'acide tungstique. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. *Hellriegel*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 36,

M. Gayon obtient	32 suffrages,
M. Michel Perret	2
M. Galtier	1

Il y a un bulletin blanc.

M. **Gayon**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉDECINE. — *Traitement du psoriasis par les injections d'*orchitine. Note de M. **F. Bouffé**, présentée par M. Guyon. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Bouchard, Guyon, Potain.)

« *Conclusions*. — 1° L'orchitine, en injections intra-musculaires, à la dose de 10^{cc} à 20^{cc}, tous les deux jours, est le moyen de choix contre le psoriasis.

» 2° L'action de l'orchitine, tonique sédatif par excellence des centres nerveux, s'exerce directement, d'une façon élective sur les manifestations du psoriasis, qu'il combat avec le plus grand succès et fait disparaître en trois ou quatre mois d'injections environ.

» 3° Les malades traités par l'orchitine d'abord et les sels de mercure ensuite, suivant les indications, voient leur affection disparaître sans crainte de récidive. »

M. **J.-J. Andeer** adresse une nouvelle Note intitulée : « Recherches sur les ostioles ».

(Commissaires : MM. Edwards, Guyon, Duclaux.)

CORRESPONDANCE.

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie du second Volume de la deuxième édition de son *Cours d'exploitation des mines*.

Cet Ouvrage a été revisé avec la collaboration de M. l'Ingénieur des Mines Maxime Pellé et a reçu des développements considérables, tout particulièrement en ce qui concerne le grisou.

GÉODÉSIE. — *Sur l'état actuel des travaux géodésiques au Turkestan russe.* Note de M. **Venukoff.**

« Le 54e Volume des « Mémoires de la Section topographique de l'État-Major général russe », que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie, contient une œuvre fondamentale pour la géographie de l'Asie centrale : c'est le *Catalogue des positions géographiques déterminées par les astronomes et les géodésiens russes dans les limites de la circonscription militaire du Turkestan.* Ce Catalogue, composé par le lieutenant-colonel Zaliessky, montre que nous avons actuellement, dans quatre provinces qui forment le Turkestan russe et dans le khanat de Boukhara, 421 points dont la position géographique est solidement établie, à savoir :

Dans la province de Ferghana	160
— de Samarkand	37
— de Syr-daria	138
— Transcaspienne (1)	10
Dans le khanat de Boukhara	76

» Le terrain de la partie orientale du Turkestan russe étant très accidenté, on a cherché à étudier l'*influence des masses de montagnes sur la direction du pendule*, ce qui a été fait par M. Pomérantzeff, sur la base des travaux de Goultiaeff, de Zaliessky et d'autres. En somme, la déviation a été déterminée en 22 points, qui se trouvent au sud et au nord de la vallée de la Syr-daria. C'est ce qui a permis à M. Pomérantzeff d'accomplir une

(1) Le long du chemin de fer transcaspien, sans compter plusieurs autres, en dehors de cette voie.

recherche spéciale sur la forme du géoïde local. Deux cartes, qui accompagnent cette étude, montrent les lignes d'égale déviation sur la surface du sphéroïde et du géoïde.

» Les séries de points astronomiques servent naturellement de bases pour *les réseaux trigonométriques* qui s'étendent surtout dans les vallées de la Syr-daria et du Zérafchan. C'est ici la sphère d'activité du lieutenant-colonel Pariisky, qui a déjà réussi, en 1893, à mesurer une base de contrôle, d'une longueur de 3400^m, près du village Vyssokoé, dans la province de Syr-daria.

» Deux sortes de *levers topographiques* sont appuyés sur le réseau trigonométrique : 1° à l'échelle de $\frac{1}{21\,000}$ pour les parties du pays arrosées de canaux et cultivées; 2° aux échelles moindres pour les montagnes stériles. Ces travaux sont souvent accompagnés du nivellement. Le Catalogue de M. Zaliessky contient plusieurs résultats de ce nivellement.

» Les *travaux cartographiques*, basés sur les matériaux précédemment nommés, ne sont pas encore nombreux. Cependant, les cartographes de Tachkent ont déjà publié : 1° la carte générale du Turkestan russe, à l'échelle de $\frac{1}{1\,680\,000}$; 2° la carte des sources de l'Amou-daria (du Pamir), au $\frac{1}{1\,260\,000}$, et plusieurs autres. Celle qui accompagne le Mémoire de M. Pomérantzeff est même à l'échelle de $\frac{1}{420\,000}$. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète périodique de d'Arrest faites à l'observatoire de Toulouse (grand télescope Gautier et équatorial Brunner de* 0^m,25); par M. F. **Rossard**, présentées par M. Lœwy.

Dates. 1897.	Instr.	Étoiles de comparaison.	Grandeur.	Comète. — Étoile. Ascension droite.	Comète. — Étoile. Déclinaison.	Nombre de comparais.
Juillet 5..	T	*a* 362 BD	8,8	+ 0^m.16^s,45	−14′.51″,2	12:20
6..	E	*b* 371 BD	9,2	− 0.29,16	+ 8.44,9	14:20

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1897.	⋆	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Juill. 5...	*a*	2^h.20^m.31^s,69	1^s,96	+ 6°.43′.50″,0	+15″,7	Weisse₁ 295.
6...	*b*	2.23.32,12	1,97	+ 6.21.13,6	+15,9	Weisse₁ 349.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1897.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
Juillet 5......	14h16m27s	2h20m50s,10	$\bar{1}$,622n	+6°29′14″,5	0,768
6......	14.13,35	2.23. 4,93	$\bar{1}$,623n	+6.30.14,4	0,769

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de d'Arrest, faites à l'observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* 0m,318, *par MM.* Rambaud *et* Sy, présentées par M. Lœwy.

Dates 1897.	Étoile de comparaison.	Grandeur.	Comète — Étoile. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de compar.	Observ.
Juillet 3.........	*a*	9,2	+0m19s,78	+12′50″,9	12: 8	S
3.........	*a*	9,2	+0.22,61	+13. 4,1	12: 8	R
4.........	*a*	9,2	+3. 5,12	+14.53,1	12: 8	S
4.........	*a*	9,2	+3. 8,11	+14.48,9	12: 8	R

Positions de l'étoile de comparaison.

Dates 1897.	★	Asc. droite moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1897,0.	Réduction au jour.	Autorités.
Juill. 3..	*a*	2h14m23s,11	+1s,93	+ 6°11′58″,2	+15″,7	[Weisse₁ nº 178 + Schjell. nº 668] ½.
4 .	*a*	»	+1,96	»	+15,8	»

Positions apparentes de la comète.

Dates 1897.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Juill. 3..	15h 2m42s,3	2h14m44s,82	$\bar{1}$,637	+ 6°25′04″,8	0,691
3..	15.23.48	2.14.47,65	$\bar{1}$,617	+ 6.25.18,0	0,685
4..	14.28.02	2.17.30,19	$\bar{1}$,661	+ 6.27.07,1	0,701
4..	14.53.35	2.17.33,18	$\bar{1}$,644	+ 6.27.02,9	0,702

» Le crépuscule ne permettant pas d'attendre que la comète soit suffisamment haute, les observations sont difficiles, l'astre paraît très faible; cependant on distingue par instants une condensation; le diamètre de la nébulosité est d'environ une minute d'arc. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles linéaires appartenant à une même classe de Riemann.* Note de M. F. **Marotte**, présentée par M. Emile Picard.

« Considérons une équation différentielle linéaire à coefficients rationnels

$$\frac{d^n y}{dx^n} + p_1 \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}} + \ldots + p_n y = 0. \tag{1}$$

Toutes les équations que l'on obtient en faisant les transformations

$$Y = A_0 y + A_1 \frac{dy}{dx} + \ldots + A_{n-1} \frac{d^{n-1} y}{dx^{n-1}}, \tag{2}$$

où les fonctions $A_0, A_1, \ldots, A_{n-1}$ sont des fonctions rationnelles de x, sont dites appartenir à une même classe de Riemann (voir Riemann, *Zwei allgemeine Sätze...*).

» I. Il est bien clair que le problème de l'intégration est du même ordre de difficulté pour toutes les équations d'une même classe. D'une façon plus précise, M. Schlesinger a démontré que :

» *Le groupe de transformations défini par M. Picard est le même pour toutes les équations d'une classe.*

» Avant de connaître les travaux de M. Schlesinger, j'avais obtenu le même résultat en remarquant que la résolvante d'ordre n^2 qui a servi de base aux démonstrations de M. Picard (voir *Traité d'Analyse*, t. III) est la même pour toutes les équations d'une classe.

» Mais on peut déduire de ce fait d'autres conséquences.

» J'ai montré (*Comptes rendus*, 23 novembre 1896) que, à chaque point singulier a d'une équation linéaire, est attaché un groupe linéaire algébrique g_a, dont les invariants différentiels sont méromorphes au voisinage du point a. Une démonstration toute semblable à celle du théorème ci-dessus conduit au résultat suivant :

» *Le groupe de méromorphie relatif à un point singulier a est le même pour toutes les équations d'une classe.*

» Ce théorème comprend toute une série de remarques qui ont été faites depuis longtemps. C'est ainsi que, au voisinage du point a, les nombres des intégrales méromorphes, des intégrales qui restent régu-

lières, des intégrales normales, etc., sont les mêmes pour toutes les équations de la classe.

» II. Les groupes en question constituent donc des éléments invariants de l'équation différentielle par rapport à toutes les transformations (2); j'ai cherché à obtenir d'autres invariants.

» M. Thomé a montré que, si a est un point singulier, on peut, en général, trouver n expressions de la forme

$$(3) \qquad e^{P_i\left(\frac{1}{x-a}\right)}(x-a)^{\rho_i}\left[A_0^i + A_1^i(x-a) + \ldots\right], \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

P_i étant un polynome en $\frac{1}{x-a}$ et ρ_i une constante, qui satisfont formellement à l'équation différentielle. Ces *séries normales* ne sont pas convergentes en général, mais on peut cependant démontrer le théorème suivant :

» *Les polynomes* P_i *restent les mêmes pour toutes les équations d'une classe de Riemann et les exposants* ρ_i *ne varient que d'un nombre entier.*

» En effet, imaginons que l'on effectue sur l'équation (1) une transformation (2) déterminée : on peut calculer *algébriquement* les polynomes P et les exposants ρ pour les deux équations. Mais, dans le cas où les séries normales sont convergentes, le théorème énoncé est évident et le calcul supposé fait en doit constater l'exactitude; il est donc vrai dans tous les cas, car l'hypothèse de la convergence n'intervient jamais dans la recherche des polynomes P et des exposants ρ.

» On peut démontrer, de la même façon, un théorème analogue relatif aux cas où les développements (3) contiennent des logarithmes ou sont les séries anormales de M. Fabry.

» Nous avons ainsi obtenu des fonctions algébriques des coefficients d'une équation linéaire, qui restent invariantes par rapport à toutes les transformations (2) et qui donnent autant de conditions nécessaires pour que deux équations appartiennent à la même classe.

» Ces conditions ne sont pas suffisantes; il en sera de même encore si l'on ajoute que les équations doivent avoir même groupe de monodromie. *En s'appuyant sur les théorèmes de M. Poincaré relatifs à la représentation asymptotique des intégrales d'une équation linéaire par les séries normales* (*Acta mathematica*, t. VIII), *on peut énoncer des conditions nécessaires et suffisantes.*

» III. Les conditions ainsi obtenues ne se prêtant pas au calcul effectif, le théorème suivant ne sera pas sans intérêt.

» *On peut, par un nombre fini d'opérations, reconnaître si deux équations données quelconques appartiennent à la même classe de Riemann.*

» Considérons, en effet, le système d'équations

$$Y_i = A_0 y_i + \ldots + A_{n-1} \frac{d^{n-1} y_i}{dx^{n-1}} \qquad (i = 1, 2, \ldots, n).$$

» On en déduit

$$A_{n-1} = u_1 Y_1 + \ldots + u_n Y_n,$$

les fonctions $u_1, \ldots, u_n$ formant un système fondamental de l'adjointe de Lagrange relative à l'équation (1).

» La fonction A_{n-1} vérifie donc une équation linéaire à coefficients rationnels d'ordre n^2 qui est facile à former. Nous aurons à en rechercher les solutions rationnelles.

» La fonction A_{n-1} étant ainsi calculée, les fonctions A_k s'en déduisent par des formules telles que

$$A_k = C_0^k A_{n-1} + C_1^k \frac{dA_{n-1}}{dx} + \ldots + C_{n^2-1}^k \frac{d^{n^2-1} A_{n-1}}{dx^{n^2-1}},$$

où les C sont des fonctions rationnelles.

» Toutes les fonctions A étant calculées, il suffit de vérifier si la transformation (2) ainsi obtenue fait passer de l'équation en y à l'équation en Y. »

MAGNÉTISME. — Magnétarium *destiné à reproduire les phénomènes du magnétisme terrestre et les changements séculaires des composantes horizontales et verticales.* Note de M. WILDE, présentée par M. Laussedat.

« L'instrument se compose de deux globes géographiques, dont l'un tourne à l'intérieur de l'autre. Un fil de cuivre isolé est enroulé autour du globe intérieur, dont l'axe fait un angle de 23°,5 avec l'axe du globe extérieur, de sorte que son équateur tourne dans le plan de l'écliptique. La surface intérieure du globe terrestre est également garnie par enroulement d'un fil isolé, et les surfaces des mers sont doublées d'une mince feuille de fer pour déterminer une différence entre le magnétisme des régions terrestres et maritimes. Les axes sont munis d'anneaux isolés qui tournent avec eux; des balais de cuivre, en contact avec ces anneaux, servent à faire passer des courants électriques autour des surfaces des globes. Au moyen d'un train épicycloïdal de roues dentées, on donne un lent mouvement différentiel au globe intérieur, grâce auquel les principaux phéno-

mènes du magnétisme terrestre, et les variations séculaires de la déclinaison et de l'inclinaison, qui ont eu lieu pendant les trois dernièrs siècles à Londres, au Cap de Bonne-Espérance, à Sainte-Hélène et à l'île de l'Ascension, sont exactement reproduits. La période de temps qui correspond à une différence d'une révolution dans les rotations des deux sphères est de 960 ans, et le retard annuel de la sphère électrodynamique de 22',5. Cette période comprend toutes les variations séculaires des éléments magnétiques sur les différentes parties de la surface terrestre.

» L'appareil reproduit également :

» 1° L'inégalité des périodes de déclinaison sur les mêmes méridiens dans les hémisphères nord et sud, telles qu'elles ont été observées pendant la courte période d'élongation occidentale à Londres (160 ans) et la longue période d'élongation occidentale au Cap de Bonne-Espérance (272 ans) et à Sainte-Hélène (256 ans);

» 2° Le simple déplacement, dans un sens ou dans l'autre, de l'aiguille d'inclinaison, pour la double marche, aller et retour, de l'aiguille de déclinaison, tel qu'il a été observé dans la diminution continue de l'inclinaison pour les Iles Britanniques pendant la marche de l'aiguille de déclinaison vers l'ouest et son retour depuis l'année 1723;

» 3° Les changements de l'inclinaison en sens opposés sur le même méridien dans les hémisphères nord et sud, tels qu'ils ont été observés pour l'inclinaison qui diminue dans les Iles Britanniques et qui augmente au Cap de Bonne-Espérance, à Sainte-Hélène et à l'île de l'Ascension pendant la période actuelle;

» 4° L'augmentation rapide de l'inclinaison dans les environs du nœud atlantique de l'équateur magnétique (dix-sept minutes par an), telle qu'elle a été observée en premier lieu par Sabine au Golfe de Guinée et à Sainte-Hélène, ainsi que la progression occidentale de ce nœud lui-même. »

OPTIQUE. — *Sur l'absorption de la lumière par les cristaux.* Note de M. V. **Agafonoff**, présentée par M. A. Cornu.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, au mois d'août de l'année dernière, les résultats de mes recherches sur l'absorption des rayons ultra-violets par les cristaux [1]. J'ai indiqué que l'absorption de la

[1] Voir aussi une publication plus détaillée (*Archiv. des Sciences phys. et natur.*, octobre 1896).

lumière par le milieu cristallin dépend, en premier lieu, de la molécule *chimique*, car la limite du spectre d'absorption ne dépend que de la nature chimique du cristal et ne varie pas avec la direction des rayons dans un même cristal.

» J'ai étudié actuellement près de 200 combinaisons différentes, tant naturelles qu'artificielles, organiques et inorganiques. Ce travail m'a conduit aux remarques générales que voici :

» 1° Ce que nous savons jusqu'à présent de l'absorption de la lumière par les cristaux repose principalement sur les faits observés dans les minéraux colorés de composition très compliquée et mal connue. Il serait important pour la théorie de savoir exactement ce qui se passe dans les cristaux chimiquement purs et physiquement homogènes des combinaisons chimiques déterminées.

» 2° Le spectre transmis dépend principalement de la molécule chimique et est limité du côté du violet à des rayons d'autant moins réfrangibles que la molécule chimique est plus complexe.

» Sur quatre-vingt-dix corps organiques cristallisés que j'ai étudiés, les seuls qui transmettent des rayons plus réfrangibles que Cd 18 sont le tartrate de potasse, l'érythrite, la mannite, l'isodulcite, le sucre de canne, l'asparagine, le bornéol, le sulfate d'hydrazine. Les corps organiques colorés, dont les molécules sont, en général, les plus compliquées, absorbent fortement l'ultra-violet; j'ai observé vingt composés de ce genre; dans aucun, le spectre transmis ne va plus loin que le commencement du violet.

» 3° La limite du spectre d'absorption est plus ou moins caractéristique pour chaque groupe de combinaisons; c'est ainsi que presque tous les sulfates transmettent tout le spectre du Cd ; il en est de même des sucres; les azotates ne le transmettent guère que jusqu'à Cd 12 inclusivement et présentent en tous cas une forte bande d'absorption entre Cd 12 et Cd 17, qui paraît être l'extrême limite de leur spectre.

» 4° Je n'ai pas observé de polychroïsme dans les cristaux inorganiques artificiels et dans la plupart des combinaisons organiques. Je n'ai constaté son existence que dans quelques minéraux colorés, dans des cristaux colorés du groupe de la thymoquinone et dans trois acides organiques incolores : acide *hemimellitique,* acide *nitranisique* et acide *cinnamique*.

» Le polychroïsme ne se manifeste que dans les régions du spectre moins réfrangibles que Cd 14.

» 5° La partie du spectre dans laquelle se produisent les phénomènes polychroïques est en même temps la limite du spectre d'absorption.

» Exemples. — *a.* L'*acide hemimellitique :* Limite du spectre d'absorption, Cd 13, région polychroïque de Cd 13 à Cd 9;

» *b.* L'*acide cinnamique :* Limite du spectre Cd 11, région polychroïque de Cd 11 à Cd 9;

» *c.* L'*acide nitranisique :* Limite du spectre Cd 8, région polychroïque de Cd 8 à Cd 6;

» *d.* La *tourmaline :* Limite du spectre Cd 12; le polychroïsme se manifeste depuis Cd 12 et s'étend jusqu'au rouge avec une intensité qui varie d'un échantillon à l'autre;

» *e.* L'*axinite :* Limite Cd 12, région polychroïque de Cd 12 jusqu'à la partie rouge du spectre;

» *f.* L'*andalousite :* Limite du spectre Cd 9, région polychroïque entre cette ligne (inclusiv.) et la partie rouge du spectre;

» *g.* L'*épidote,* limite du spectre d'absorption; les premières raies bleues du spectre du Cd; région polychroïque; tout le spectre transmis.

» 6° Le polychroïsme ne paraît pas être une propriété très générale des corps anisotropes.

» Parmi les minéraux, il ne se rencontre que dans des cristaux à coloration accidentelle et semble dû à une orientation de la matière colorante qui a pénétré dans l'édifice cristallin pendant qu'il se formait. Les mêmes minéraux, lorsqu'ils ne sont pas colorés, non seulement n'ont pas de polychroïsme, mais encore n'ont qu'une absorption beaucoup plus faible; j'ai observé, par exemple, une tourmaline presque blanche de l'île d'Elbe, dont la transparence s'étendait jusqu'à Cd 17.

» 7° Cette influence de la matière colorante sur l'intensité et la limite extrême de l'absorption paraît être très générale; je l'ai trouvée dans l'apophyllite, dans des cordiérites, des zircons, des tourmalines (colorées) et dans les cristaux d'hyposulfite de soude colorés par l'acide amido-azobenzol-bisulfurique.

» 8° Bientôt après ma première Communication, j'ai remarqué que l'inversion du spectre d'absorption, indiquée par moi pour la tourmaline, n'a pas lieu en réalité et ne se produisait sur mes clichés que par suite d'une disposition défavorable de mon appareil. Pour l'étude de la partie très réfrangible du spectre, mon spectroscope portait en effet une lentille achromatique de quartz et spath fluor, placée entre le cristal absorbant et le prisme du Rochon analyseur.

» Il n'en résulte aucune perturbation si le cristal étudié n'est pas polychroïque; mais il est clair que deux spectres différents donnés par un cristal polychroïque sont tout à fait modifiés et que cette disposition ne permet pas d'étudier ces spectres. Mais elle permet très bien, moyennant

quelques précautions évidentes, de reconnaître l'existence ou l'absence de polychroïsme et se prête commodément à l'observation de toutes les régions du spectre.

» J'ai donc continué les recherches résumées dans cette Note avec cet appareil, qui suffisait pour le but très général que j'avais en vue. J'ai du reste contrôlé mes résultats pour les régions médiocrement réfrangibles, en employant les lentilles ordinaires. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un voltmètre thermique étalon à mercure et sur diverses applications de la méthode calorimétrique dans les mesures électriques.* Note de M. **Charles Camichel**, présentée par M. Violle.

« Les appareils thermiques, destinés à la mesure des intensités et des différences de potentiel, peuvent se ranger en deux catégories : les uns utilisent une mesure calorimétrique, les autres une mesure de dilatation. L'ampèremètre à mercure, que j'ai décrit dans une Communication précédente ([1]), appartient à la première catégorie : dans cet instrument, le thermomètre constitue, à lui seul, un calorimètre, dont la valeur en eau se trouve ainsi très réduite. On peut placer dans la seconde catégorie le voltmètre, que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie. Cet appareil, comme le précédent, est destiné à l'étalonnage des instruments utilisés dans l'industrie ou dans les laboratoires de mesures industrielles.

» Le voltmètre à mercure se compose essentiellement d'une colonne de mercure ABC; en A et en B se trouvent deux électrodes, qui permettent de faire passer le courant dérivé dans la colonne de mercure AB. Comme la résistance de la colonne AB n'est pas suffisante en général, on ajoute en série avec elle une résistance métallique BD. L'électrode A et l'extrémité D de la résistance BD sont réunies aux deux points dont on veut évaluer la différence de potentiel. Sous l'influence du courant passant dans AB, le mercure qui constitue cette colonne s'échauffe, et l'extrémité C de la colonne BC (qui continue AB et a un diamètre plus faible) se déplace d'une certaine longueur pendant un temps déterminé. Ce déplacement mesure la différence de potentiel entre A et D. L'appareil est tout entier enfermé dans une double enceinte qu'on maintient à température constante, par exemple en la remplissant avec de la glace fondante, et il occupe une position fixe par rapport aux parois de cette enceinte.

» I. On se rend compte aisément de la sensibilité de la méthode : par exemple, une colonne de mercure ayant 106^{cm} de longueur, $0^{mm},25 \times 0^{mm},25$ de section, traversée

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXV, p. 20.

par un courant de $\frac{1}{20}$ d'ampère (ce qui passe dans un voltmètre ayant une résistance intérieure de 2×10^3 ohms et soumis à 100 volts) subit une élévation de température voisine de 100°, au bout de cinq minutes.

» II. Il ne faut pas employer une colonne de mercure AB trop fine. Il vaut mieux lui donner une grande longueur (1^m par exemple), en recourbant plusieurs fois sur lui-même le tube qui contient le mercure, afin de rendre l'appareil moins encombrant. D'ailleurs, les conditions de rayonnement restant identiques, on peut, sans inconvénient, augmenter la durée des expériences.

» III. Les électrodes doivent être en un métal inaltérable, ayant, si possible, même coefficient de dilatation et même chaleur spécifique que le verre. Sinon, on s'arrangera de façon qu'elles s'échauffent assez peu pour qu'aucune dislocation ne se produise dans la soudure.

» IV. Pendant le remplissage, on chauffe tout l'appareil, y compris les fils qui servent d'électrodes, en même temps qu'on fait le vide. Il faut, en effet, éliminer tous les gaz qui pourraient se dégager ultérieurement et fausseraient les indications ou même mettraient l'appareil hors d'usage. Les électrodes pénètrent d'ailleurs très peu à l'intérieur de l'appareil, elles ont un faible diamètre, enfin elles sont constituées par un métal dur, compact, le platine iridié par exemple.

» Je signalerai un autre modèle de voltmètre thermique dans lequel un fil très fin de platine, constituant à lui seul la résistance intérieure, est traversé par le courant dérivé et chauffe l'air qui l'entoure : la dilatation de l'air mesure le voltage aux extrémités du fil de platine.

» La méthode calorimétrique permet de déterminer l'hystérésis dans les tôles servant à construire les induits et les noyaux de transformateurs. On soumet l'éprouvette à un champ alternatif de période connue, et l'on mesure l'échauffement de l'éprouvette avec un thermomètre à alcool ou à air. En comparant l'échauffement de l'éprouvette étudiée à celui d'une éprouvette étalon de mêmes dimensions, on peut se rendre compte rapidement des qualités industrielles d'un fer (on peut d'ailleurs former une gamme d'éprouvettes étalons d'hystérésis différentes).

» Enfin, dans les expériences précédentes, il faut vérifier que le courant alternatif employé est toujours le même. Indépendamment des méthodes connues, on pourrait employer le procédé suivant : placer en série avec l'appareil un petit nombre de spires de gros fils, qui constitueraient le primaire d'un transformateur dont la secondaire serait une colonne de mercure en forme de solénoïde fermé sur lui-même. On vérifierait que la dilatation de cette colonne de mercure est la même dans les diverses expériences (1). »

---

(1) Travail effectué au laboratoire de Physique industrielle de l'Université de Lille.

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvelle méthode optique d'étude des courants alternatifs.* Note de MM. H. ABRAHAM et H. BUISSON, présentée par M. Violle.

« Différentes méthodes optiques ont été proposées pour l'étude des courants rapidement variables ; elles sont basées sur ce fait, démontré par MM. Bichat et Blondlot, que la rotation du plan de polarisation d'un rayon lumineux dans un champ magnétique n'est affectée d'aucun retard appréciable sur les variations de ce champ. Telles sont les méthodes de M. Crehore (1) et de M. Pionchon (2).

» Dans cette dernière, qui est une méthode stroboscopique, on a à mesurer une rotation, avec l'inconvénient dû à la dispersion, et d'autre part le mode d'éclairement n'est pas rigoureusement instantané.

» On peut la modifier de la façon suivante pour en faire une méthode de zéro :

» On compense la rotation produite par le courant alternatif au moyen de celle qui est produite par un courant continu directement mesurable, et cela à un moment donné, toujours le même, de la période, en faisant passer un faisceau lumineux à ce moment seulement.

» Le dispositif est le suivant :

» Un tube de verre contient un liquide dont le pouvoir rotatoire est considérable (iodomercurate alcalin en solution concentrée). Il est fermé à ses extrémités par des glaces à faces planes et parallèles.

» Sur ce tube sont placées bout à bout deux bobines ayant un même nombre de spires. Le tube métallique sur lequel le fil est enroulé a été fendu suivant une génératrice, pour y éviter les courants induits. En avant se trouve un polariseur à pénombre, et à la suite est placé un nicol analyseur. Enfin une petite lunette sert à viser les deux plages du polariseur.

» On éclaire par l'étincelle d'un condensateur, chargé par une bobine d'induction. Le primaire de cette bobine est relié d'une part à une bague métallique interrompue placée sur l'axe même de la machine qui produit le courant alternatif, d'autre part à un balai qui frotte sur cette bague. De cette façon, le circuit est rompu et l'étincelle éclate toujours au même moment de la période, puisqu'elle est commandée par la machine elle-

(1) CREHORE, *The physical Review*, t. II, p. 122.

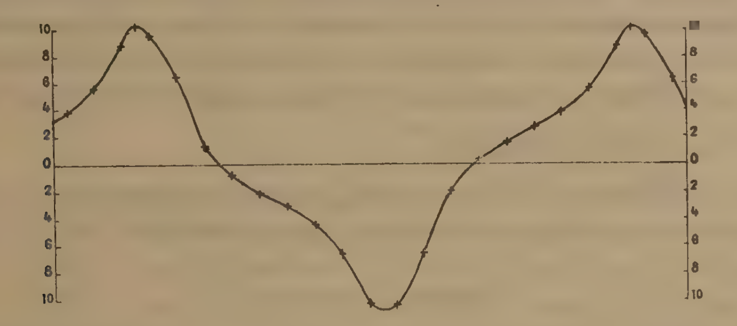
(2) PIONCHON, *Comptes rendus*, t. CXX, p. 872.

même. On a ainsi une source lumineuse très intense et d'une durée absolument négligeable par rapport à la période du courant étudié.

» On règle l'analyseur pour obtenir l'égalité d'éclairement des deux plages. On lance le courant alternatif dans une des bobines, le courant continu dans l'autre. On fait varier, au moyen d'un rhéostat, l'intensité de ce dernier, pour rétablir l'égalité d'éclairement. La valeur de cette intensité, donnée par un ampèremètre, est celle du courant alternatif à l'instant choisi.

» Pour faire varier la phase, on déplace le balai qui assure le contact interrompu en le faisant tourner d'un angle connu autour de l'axe de la machine. On obtient ainsi une série de valeurs de l'intensité du courant alternatif pour les différentes phases de la période, et l'on peut représenter par une courbe, construite par points, les variations de cette intensité.

» C'est ainsi qu'a été obtenue la courbe ci-jointe, qui représente un courant alternatif de 60 périodes par seconde, lancé dans le primaire d'un transformateur avec fer. La force contre-électromotrice, due à l'aimanta-



tion du fer quand le courant change de signe, produit un ralentissement notable du courant, manifesté sur la courbe par la présence de paliers. La dynamo employée est tétrapolaire et l'on a figuré seulement le courant dû à une demi-révolution : les deux parties, positive et négative, ne sont pas exactement symétriques.

» La sensibilité de la méthode n'est limitée que par les irrégularités mêmes du courant, d'une période à l'autre, comme du reste pour toute méthode stroboscopique, et aussi par l'usure du balai frottant qui peut entraîner une erreur sur la valeur de la phase.

» Si l'on n'a pas la dynamo elle-même à sa disposition, on peut placer le contact tournant sur l'arbre d'un moteur synchrone mis en mouvement par le courant; mais ce dispositif est moins bon, le moteur n'étant jamais

à une différence de phase rigoureusement constante avec la machine génératrice ([1]). »

ÉLECTRICITÉ. — *Action physiologique du courant galvanique dans sa période d'état variable de fermeture.* Note de M. **Dubois** (de Berne), présentée par M. Lippmann.

« Je me suis proposé de donner une réponse aux questions suivantes :

» 1° La même contraction musculaire (minima) se montre-t-elle toujours au même *voltage* ou à la même *intensité*?

» 2° Quelle est l'influence de la *résistance propre du corps* sur l'action physiologique d'une fermeture de courant?

» 3° Quel est l'effet du *rhéostat en circuit principal* employé comme moyen de dosage de l'intensité?

» Je règle le voltage et l'intensité au moyen du rhéostat en dérivation. Je mesure les *volts* à l'aide du condensateur et du galvanomètre balistique, les *milliampères* au moyen de l'électromètre capillaire de Lippmann mis aux bornes d'une résistance partielle de 50 ohms, prise sur le rhéostat en circuit principal. Enfin, connaissant à chaque instant E et I, j'en déduis la résistance du circuit selon $R = \frac{E}{I}$.

» Les expériences, dont je ne cite que des exemples, ont été maintes fois répétées et ont toujours donné les mêmes résultats.

Première expérience.

Volts.	Milliampères.	Effet.	Résistance en ohms.
13,58	0,05	Contraction minima	271600
13,58	0,111	»	122340
13,58	0,188	»	72234
13,16	0,300	»	43867
13,16	0,388	»	33917
12,55	0,422	»	29739
12,34	0,874	»	14118

» Un coup d'œil jeté sur ces chiffres donne la réponse à mes deux premières questions et démontre :

([1]) Travail fait au laboratoire de Physique de l'École Normale supérieure. Note présentée dans la séance du 5 juillet.

» 1° *Que l'effet physiologique dépend beaucoup plus du voltage que de l'intensité;*

» 2° *Que la résistance propre du corps, dont dépend nécessairement l'intensité, n'a presque pas d'influence sur l'action physiologique d'une fermeture de courant.*

» La résistance du corps peut, par l'action du courant lui-même, tomber de 271 600 à 72 234, entraînant une élévation de l'intensité de 0,05 à 0,188 sans qu'on puisse baisser le voltage. Il faut, artificiellement, par l'application de courants plus forts, abaisser encore plus la résistance pour obtenir la contraction minima à 13,16, 12,55 et enfin 12,34 volts.

» Passons à la troisième question : *Quel est l'effet du rhéostat en circuit principal?*

» Le Tableau suivant montre nettement l'effet de résistances rhéostatiques surnuméraires.

Deuxième expérience.

Résistance. du corps.	Résistance rhéostatique.	Résistance totale.	Volts.	Milliampères.	Effet physiologique.
68 472	0	68 472	9,86	0,144	Contraction.
63 512	100	63 612	9,86	0,155	Pas de contraction!
48 572	100	48 672	10,27	0,211	Contraction.
48 372	300	48 672	10,27	0,211	Pas de contraction!
42 650	300	42 950	10,48	0,244	Contraction.
38 898	500	39 398	10,48	0,266	Pas de contraction!

» Cette expérience démontre :

» *Que des résistances rhéostatiques, intercalées dans le circuit principal, abolissent l'effet physiologique d'une fermeture de courant, alors même que ces résistances sont, par leur valeur ohmique, absolument négligeables vis-à-vis de la résistance du corps.* L'addition de 100^{ohms}, 200^{ohms} au rhéostat peut supprimer la contraction alors même que, par diminution de la résistance cutanée, l'intensité s'est accrue.

» J'ajoute que de nombreuses expériences, toutes concordantes, ont montré que cet effet affaiblissant de résistances additionnelles n'est pas spécial aux rhéostats métalliques; *on retrouve les mêmes faits avec un rhéostat liquide impolarisable, avec un rhéostat de kaolin et de graphite, avec une résistance constituée par un trait au crayon sur verre dépoli.*

» L'intercalation d'un solénoïde a un effet plus marqué encore que celle d'un rhéostat de même valeur ohmique, mais la différence n'est pas très grande.

» J'en conclus *que les résistances dites* non-inductives *ont encore un coefficient de self-induction considérable, capable d'annuler l'effet physiologique, non seulement quand l'intensité reste la même, mais encore lorsqu'elle devient plus grande.*

» Admettant que la self-induction du rhéostat *prolonge la période d'état variable*, j'ai cherché à la raccourcir par l'*insertion d'un condensateur aux bornes de la résistance rhéostatique additionnelle.*

» L'expérience a immédiatement confirmé l'exactitude de ces vues. Rien n'est plus facile que de *ramener*, par l'*interposition d'une clef au condensateur*, la contraction musculaire *abolie par la suppression d'une clef au rhéostat*. Cet effet antagoniste de *capacités* et de *résistances soi-disant non-inductives*, est des plus nets, comme le montrent les quelques chiffres suivants :

Troisième expérience.

Voltage.	Milliampères.	Résistance supprimant la contraction.	Capacité ramenant la contraction.
		ohms	microf
11,52	0,511	200	0,06
9,05	0,600	100	0,9
9,46	0,437	100	0,7
9,87	0,425	200	0,15
10,69	0,450	200	0,12

» J'ai été plus loin encore. J'ai supprimé par 600 ohms de rhéostat la contraction produite par 27,98 volts et 1,42 milliampère, et je l'ai ramenée par 0,0045 microfarad.

» L'interposition d'une grande capacité, de 1 microfarad, ne ramène pas seulement la contraction minima; elle supprime tout effet affaiblissant d'une résistance interposée; la contraction devient aussi forte que si, sous le même voltage, la résistance de corps était seule interposée.

» Toutes les résistances rhéostatiques, dites *non inductives*, ont donc un coefficient de self-induction que l'interposition d'une capacité peut annuler.

» L'effet physiologique (contraction musculaire) dépend de E en fonctions de R^a, résistance apparente de self-induction.

» Le corps a une grande résistance ohmique, mais une résistance apparente presque négligeable : c'est pourquoi l'effet physiologique doit se mesurer au *voltmètre* et non au *galvanomètre*. »

ÉLECTRICITÉ. — *Faits d'influence électrique par les tubes de Crookes.* Note de M. FOVEAU DE COURMELLES, présentée par M. Lippmann.

« Examinant radioscopiquement un malade avec un fort tube Muret et une bobine de $0^m,30$ d'étincelle dont les condensateurs sont simplement recouverts de papier gris, les fils reliés à mon ampoule double précédemment décrite ([1]) étant libres à leurs extrémités opposées au voisinage de condensateurs, je constatai l'illumination de cette ampoule double. De la lumière stratifiée blanche les remplissait en quelque sorte et durait tout le temps de l'action du tube radioscopique. On ne pouvait attribuer cette production de lumière au voisinage des condensateurs de la bobine, car les courants de haute fréquence de M. d'Arsonval produits par cette même bobine, presque au contact des extrémités des mêmes fils polaires de l'ampoule double, ne produisaient aucune illumination; seul *le contact direct d'un fil* émanant de la bobine, des condensateurs de décharge ou du solénoïde de haute fréquence donnaient cette lumière stratifiée encore en quantité moindre. Si l'on relie à la fois en quantité le tube de Crookes et les condensateurs de décharge, la haute fréquence fonctionne seule pour une étincelle de décharge un peu longue; si l'on diminue celle-ci, on a une très faible lumière dans le tube, mais aucun phénomène d'influence dans les tubes voisins.

» Les influences à distance de la bobine des condensateurs et des courants de haute fréquence devant être éliminées par ces faits eux-mêmes et par des expériences répétées, il faut admettre l'électrisation à distance des tubes de Crookes neutres par d'autres tubes en activité.

» Il ne s'agit pas non plus des phénomènes de luminescence des verres et cristaux, signalés par M. Radiguet ([2]), et qui consistent, par l'action des rayons X, à produire une lumière blanche, brillante, immobile ou à peu près, se tenant surtout dans le voisinage des parois du verre.

» Ici, les parois sont souvent dépourvues de lumière, alors que l'ensemble du tube en paraît rempli; d'autre part, cette lumière, non brillante généralement, est stratifiée, oscillant synchroniquement avec la lumière du tube. La différenciation entre ces deux genres de phénomènes peut se faire

---

([1]) *Comptes rendus*, 13 avril 1897.
([2]) *Comptes rendus*, 25 janvier 1897.

en approchant, du tube de Crookes en activité, diverses lampes à incandescence et des tubes à vide; la dissemblance de lumière, de matière en mouvement, s'accuse immédiatement très nette. Les phénomènes d'influence, quand ils se produisent dans notre ampoule double à même circuit gazeux, sont ici semblables à ce qui se passe dans l'une de ces parties, sous l'action directe du courant.

» Le tube actif a toujours été enveloppé de mérinos de coton noir de 1^{mm} à 2^{mm} d'épaisseur; de plus, l'obscurité a toujours été faite; cela pour ne pas être tenté d'attribuer les phénomènes obtenus à la réflexion de la lumière cathodique ou autre, dans le verre des ampoules influencées.

» J'ai varié et répété l'expérience sous diverses formes, mais en voici trois types avec des résultats légèrement différents :

» 1° Un tube Muret moyen fonctionne : deux petites ampoules sont dans son voisinage et s'illuminent. On fait varier la distance, et la lumière due à l'influence croît ou décroît en raison inverse de cette distance. L'anode est la partie la plus agissante.

» L'expérience réussit jusqu'à une distance de 30^{cm} dans l'air ou seulement à 5^{cm} ou 6^{cm} à travers le bois ou le caoutchouc. La rapidité des vibrations du tremblement de la bobine augmente la production lumineuse.

» 2° Le même tube fonctionne, mais l'un quelconque des fils, l'anodique ou le cathodique à volonté, est très voisin des fils libres de deux ampoules non reliées entre elles, mais se communiquant en quelque sorte par les extrémites libres de fils se touchant. La distance entre le fil anodique et ces fils libres est amenée par tâtonnements à un minimum (2^{cm} ou 3^{cm}) pour lequel jaillit entre eux une étincelle. Cette déperdition d'électricité de l'ampoule active ne paraît pas diminuer sa lumière cathodique; en revanche quel que soit le pôle du tube actif relié en quelque sorte au tube directement influencé, on a dans celui-ci de la lumière stratifiée mauve, très belle, mélangée de lumière cathodique.

» 3° Si l'on fait reposer sur le tube actif, par un point quelconque de sa surface de verre, un fil relié à un autre tube à vide, on produit dans celui-ci de la lumière violette. Le phénomène se produit encore le fil portant sur une épaisseur de bois de 2^{cm} à 3^{cm}. On ne perçoit avec le doigt aucune secousse, alors que le contact direct du tube actif est désagréable, voire douloureux.

» L'électricité qui s'écoule ainsi et agit à distance est donc assez faible.

» Selon les expériences, les colorations sont variables, blanche, mauve, violette et jaune verdâtre.

» L'action ne se produit que par un tube actif de force relativement très considérable par rapport aux tubes influencés.

» L'étude de l'influence des tubes à vide sur les corps électrisés, leur facilité de décharge depuis longtemps démontrée, doit donc se compléter de ces faits inverses d'électrisation à distance.

» L'action physiologique des rayons X, également très variable : insola-

tion, épilation momentanée sans la moindre inflammation, ainsi que j'en ai constaté un cas, est probablement du même domaine de l'influence électrique : le patient, placé en une sorte d'*auto-conduction* à courants de décharges relativement plus lents que lorsqu'on opère avec des condensateurs (professeur d'Arsonval) et par suite perçus par l'organisme. »

PHYSIQUE. — *Sur la complexité du faisceau des rayons X.* Note de MM. A. **Imbert** et H. **Bertin-Sans**, présentée par M. d'Arsonval.

« Tous ceux qui se sont occupés de radiographie savent combien peut être différente la valeur de divers tubes de même forme, fournis par le même constructeur, et combien aussi est variable la valeur d'un même tube, depuis le moment où il commence à émettre des rayons X, jusqu'à celui où il devient résistant.

» A l'effet d'apprécier rapidement et assez exactement pour les besoins de la pratique la valeur actuelle d'un tube à vide et d'éviter des insuccès relatifs, nous avons fait construire par MM. Ducretet et Lejeune un photomètre spécial : il consiste en une boîte en bois, munie de deux œilletons, contenant un miroir convenablement orienté, et dont une portion de paroi est constituée par un écran au platino-cyanure de baryum au-dessus duquel sont disposés des fils de plomb également espacés, surmontés eux-mêmes d'un prisme en aluminium. L'intensité du faisceau de rayons X émis est ainsi mesurée approximativement par le nombre de fils de plomb dont l'ombre peut être aperçue, toutes choses égales d'ailleurs, sur l'écran fluorescent.

» Or l'exploration, au moyen de ce photomètre, d'un tube à vide, aux divers moments de son fonctionnement, montre que, s'il y a une dégradation rapide de la fluorescence, lorsque le tube commence à émettre des rayons X, par contre, lorsque le tube, devenu plus puissant, tend à devenir résistant, l'illumination de l'écran est sensiblement uniforme malgré les notables différences d'épaisseur du prisme en aluminium correspondant aux diverses régions de l'écran fluorescent.

» L'aspect du phénomène nous a conduits à penser que, à ce moment de son fonctionnement, le tube émettait en quantité assez considérable de nouveaux rayons qui traversent l'aluminium presque sans être absorbés. L'interposition, entre le tube et le photomètre, d'une épaisse lame de verre diminue à peine l'intensité de la fluorescence et rend plus uniforme encore l'illumination de l'écran dans toute son étendue.

» Cette hypothèse de l'apparition, en quantité considérable, ou tout au moins plus considérable, de rayons capables de traverser les corps qui présentent une opacité relative à d'autres rayons X est confirmée par les expériences suivantes :

» Lorsqu'on pratique la radioscopie de la main, par exemple, avec un tube qui tend à devenir résistant, et que l'on interpose une lame de verre épaisse (2^{cm} environ), on n'aperçoit que très difficilement la silhouette de la main et du squelette; la chair et les os sont également traversés, et l'intensité de la fluorescence n'est pas sensiblement diminuée aux points correspondant à la partie du corps interposé.

» Par contre, si l'on s'éloigne du tube, sans interposer de lame de verre, de manière à diminuer l'intensité du faisceau qui excite l'écran et à obtenir une fluorescence d'intensité égale à celle que l'on observait dans l'expérience précédente après interposition de la lame de verre; puis, que l'on pratique de nouveau la radioscopie de la main, celle-ci projette sur l'écran une ombre foncée, dans laquelle, il est vrai, on distingue difficilement la silhouette du squelette, mais qui révèle, du moins, très nettement l'existence et la forme du corps opaque interposé.

» La comparaison de ces divers résultats conduit à croire que la constitution du faisceau de rayons X émis par un tube à vide, dont plusieurs observateurs ont déjà montré la complexité, est variable aux divers moments du fonctionnement du tube et que, quand celui-ci tend à devenir résistant, il y a tout au moins augmentation d'intensité, sinon apparition de rayons capables de traverser, sans absorption notable, des corps qui sont relativement opaques pour les rayons émis les premiers par le tube.

» Une conclusion pratique découle également de ces faits, à savoir : d'une manière générale et toute question d'intensité réservée, pour obtenir une bonne radiographie, c'est-à-dire un cliché présentant beaucoup d'opposition, il faut se servir d'un tube qui est encore loin de devenir résistant; par contre, pour pratiquer la radioscopie d'une région épaisse du corps, il y aura avantage à utiliser le tube à vide au moment où les rayons X moins absorbables sont émis en quantité suffisante.

» Le photomètre décrit plus haut permet d'apprécier rapidement l'état du tube et sa valeur actuelle pour la radiographie ou pour la radioscopie. »

PHYSIQUE. — *Sur les pompes à mercure sans robinets.* Note de M. Chabaud, présentée par M. Lippmann.

« Dans une Note récente [1], M. Henriet décrit une pompe à mercure dans laquelle il n'y a ni robinets ni joints mobiles; en particulier, la soupape ordinairement employée dans les appareils de ce genre est remplacée par une colonne mercurielle, dans un tube vertical de plus de $0^{m},76$ de hauteur. Cette modification aurait pour but de permettre de commencer le vide avec une trompe à eau et de diminuer la fragilité de l'appareil.

» Sur la fragilité de l'instrument, je n'insisterai pas : que la pompe soit à soupape ou sans soupape, sa fragilité reste la même.

» Mais, je crois pouvoir affirmer que la disposition adoptée par M. Henriet n'est pas nouvelle, car plusieurs appareils de ce genre existent dans divers laboratoires [2].

» Le modèle à soupape que je construis aujourd'hui, et qui remplace l'ancien type sans soupape, est beaucoup moins encombrant. La hauteur totale de l'appareil est ainsi considérablement réduite, les projections de mercure, dans la canalisation, sont évitées et, sauf cette modification, le fonctionnement est le même que dans la pompe imaginée par M. Henriet. »

CHIMIE. — *Sur divers sels basiques du cuivre et sur l'hydrate cuivrique brun.* Note de M. Paul Sabatier.

« I. Parmi les sels basiques très nombreux auxquels conduisent des mécanismes variés, il en est qui nous paraissent offrir un intérêt tout particulier : ce sont ceux qui sont formés directement par les oxydes anhydres ou hydratés au contact d'une solution des sels neutres correspondants. Pour les distinguer, je proposerai de nommer *sels basiques principaux* ces

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXV, p. 22; 5 juillet 1897.

(2) L'un de ces appareils, en particulier, portant le numéro 1, a été construit par M. Alvergniat pour un des laboratoires de la Faculté des Sciences de Paris. Pour préciser davantage, l'instrument portant le numéro 14 a été établi au mois de septembre 1881.

composés, auxquels il est habituellement possible d'assigner une composition bien définie et qu'on peut souvent obtenir cristallisés.

» II. Pour le *cuivre*, en se bornant aux sels basiques principaux fournis par les solutions étendues (contenant par litre moins d'un atome de cuivre), on trouve que, séchés à l'air, ils ont la composition suivante :

Nitrate..........	$Cu(AzO^3)^2, 3CuO, 3H^2O$,
Chlorure........	$CuCl^2, 3CuO, 3H^2O$,
Bromure........	$CuBr^2, 3CuO, 3H^2O$,
Chlorate........	$Cu(ClO^3)^2, 3CuO, 3H^2O$,
Hyposulfate......	$CuS^2O^6, 3CuO, 3H^2O$,
Sulfate..........	$CuSO^4, 3CuO, 4H^2O$,
Acétate.........	$Cu(C^2H^3O^2)^2, 2CuO, 2H^2O$.

» Tous ces sels ont été obtenus à l'état cristallisé, soit par divers observateurs, soit par moi-même, comme on le verra ci-dessous.

» Sauf l'acétate, qui est trimétallique, tous contiennent quatre atomes de cuivre et renferment le groupe bivalent Cu^4O^3.

» J'ai été conduit à penser qu'un groupement identique existe dans l'hydrate cuivrique brun, obtenu, à partir de l'hydrate bleu précipité, par déshydratation spontanée, lente à froid, très rapide à 100°. Cet oxyde soigneusement lavé, puis séché à l'air, présente sensiblement la composition :

$$Cu(OH)^2, 3CuO, \quad \text{ou} \quad Cu^4O^3(OH)^2.$$

Eau pour 100 trouvée (moyenne)................	5,8
» calculée (moyenne)................	5,6

» Cet hydrate, qui n'est plus immédiatement soluble dans l'ammoniaque, continue à se déshydrater très lentement. Après plusieurs mois à froid dans le vide sec, ou plusieurs jours à 100°, il ne reste plus que 3 pour 100 d'eau ([1]). Ces dernières portions ne peuvent être enlevées que par un chauffage prolongé à 450° dans un courant d'air sec.

» III. J'ai observé que l'hydrate $Cu^4O^3(OH)^2$ se prête tout spécialement à la formation directe des sels basiques principaux cristallisés de même constitution chimique.

» *Nitrate.* — L'hydrate brun, mis au contact d'une solution diluée de nitrate cuivrique, est, au bout de quelques jours, totalement transformé en cristaux microsco-

---

([1]) La formule correspondrait à $Cu(OH)^2$, $6CuO$.

piques qui, après lavage et dessiccation, ont l'aspect d'une poudre micacée, d'un vert d'autant plus foncé que les parcelles sont plus grosses. Ce sont des lames dérivées d'un prisme clinorhombique aplati selon g^1, tantôt rhombiques (faces g^1, h^1, p); tantôt hexagonales par introduction des faces o^1 ($p : h^1$ est voisin de 80°).

» Ces lames, maintenues longtemps au contact de la solution diluée du nitrate, changent d'aspect et se découpent en aiguilles; mais la composition demeure la même et correspond exactement à la formule $Cu(AzO^3)^2, 3CuO, 3H^2O$.

	Trouvé.	Calculé.
CuO pour 100 (moyenne de 11 analyses).......	66,2	66,2
Az^2O^5 pour 100 »	22,3	22,5

» L'oxyde anhydre CuO demeure inaltéré, même après plusieurs mois, dans les solutions froides de nitrate cuivrique; mais, bouilli avec une solution concentrée, il donne peu à peu des lames cristallines du sel tétracuivrique.

» L'hydrate bleu donne toujours un nitrate basique bleu pâle qui, séché à l'air, présente exactement la même composition que les cristaux. Ce sel amorphe s'obtient aussi à partir de l'hydrate brun, au contact de solutions très concentrées de nitrate cuivrique [(ayant au moins 3 Cu par litre (1)].

» *Chlorure.* — Au contact des solutions diluées ou concentrées, froides ou chaudes, de chlorure cuivrique, l'hydrate brun fournit assez rapidement un sel amorphe vert pâle, très difficile à laver, de même composition que l'atakamite naturelle

$$CuCl^2, 3CuO, 3H^2O$$ (2).

	Trouvé.	Calculé.
Cuivre pour 100........	59,0	59,4
Chlore »	16,4	16,3

» Le même corps est obtenu à froid, plus rapidement avec l'hydrate bleu, moins vite avec l'oxyde anhydre.

» *Bromure.* — L'hydrate brun, placé dans les solutions de bromure cuivrique, est, au bout de quelques jours, changé en oxybromure cristallisé, inaltérable dans l'eau froide : ce sont des lames microscopiques vert foncé, hexagonales, qui avaient déjà été obtenues en tube scellé à 200° par Dupont et Jansen. Leur formule est

$$CuBr^2, 3CuO, 3H^2O.$$

---

(1) Le nitrate basique cristallisé avait déjà été préparé en chauffant une solution concentrée du sel neutre avec une matière capable de saturer lentement une portion de l'acide nitrique, c'est-à-dire soit du carbonate de chaux (Rousseau et Tite), soit le verre même du tube scellé (Athanasesco).

(2) Beaucoup d'auteurs ont admis $4H^2O$; mais les analyses de Debray, Kraut, Rising, ainsi que les miennes concordent mieux avec $3H^2O$.

» L'oxydre anhydre donne le même corps, très lentement à froid, assez vite à chaud. L'hydrate bleu fournit un composé amorphe vert, de même composition.

» *Sulfate.* — Avec une solution pas très concentrée de sulfate cuivrique, l'hydrate brun forme peu à peu le sel cristallisé déjà connu $CuSO^4, 3CuO, 4H^2O$.

» Le microscope le montre en prismes allongés groupés en gerbes, inaltérables dans l'eau froide.

CuO pour 100: trouvé et calculé, 67,6.

» L'oxyde anhydre fournit plus lentement les mêmes cristaux. L'hydrate bleu $Cu(OH)^2$ donne une matière amorphe vert pâle, facile à laver, qui, séchée à l'air, a la même formule.

» Ce sel tétracuivrique, placé dans une solution saturée de sulfate cuivrique, en fixe une molécule et se transforme en un sel cristallin, d'un vert beaucoup plus intense, qui contient :

$$2CuSO^4, 3CuO, 5H^2O.$$

	Trouvé.	Calculé.
CuO pour 100	62,0	61,4
SO^3 pour 100	25,0	24,7

» Ce dernier sel est dissocié par l'eau froide, qui enlève du sulfate cuivrique et laisse le sel tétracuivrique insoluble.

» *Hyposulfate.* — Dans les solutions d'hyposulfate cuivrique, l'hydrate brun se transforme totalement en quelques semaines : le sel basique obtenu est vert un peu grisâtre. Ce sont de très petites lames hexagonales, plus ou moins allongées, fréquemment groupées en boules. Ce sel, déjà décrit à l'état amorphe par Heeren, a pour formule $CuS^2O^6, 3CuO, 3H^2O$.

» CuO pour 100 : calculé, 61,4 (¹); trouvé, 61,4.

» Le même composé est obtenu bleu pâle amorphe à partir de l'hydrate bleu $Cu(OH)^2$.

» *Chlorate.* — L'hydrate brun, placé dans les solutions de chlorate cuivrique, s'y change très lentement en sel basique vert jaunâtre $Cu(ClO^3)^2, 3CuO, 3H^2O$.

» CuO pour 100 : calculé, 62,5; trouvé, 62,3.

» Ce sont des lames microscopiques rhombiques, à angle voisin de 90°.

» Au contact de l'hydrate bleu, ou par précipitation incomplète, le même sel est préparé sous forme d'une poudre amorphe bleu pâle.

» *Acétate.* — Au contact des solutions d'acétate neutre de cuivre, *l'hydrate brun demeure inaltéré*, même après plusieurs mois, tandis que l'hydrate bleu en liqueurs diluées donne très facilement le sel tricuivrique. C'est que le sel basique principal n'est plus tétramétallique; on ne peut s'étonner que sa formation spontanée n'ait pas lieu à partir d'un hydrate tétracuivrique. Il en est de même pour le *perchlorate*, dont les dissolutions n'altèrent nullement l'hydrate cuivrique brun. »

(¹) Heeren avait assigné $4H^2O$; mais ses analyses concordent mieux avec $3H^2O$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction de l'anhydride molybdique par l'hydrogène et sur la préparation du molybdène pur.* Note de M. M. GUICHARD, présentée par M. H. Moissan.

« Nous avons étudié, dans notre dernière Note ([1]), l'action de l'hydrogène sur l'anhydride molybdique entre 300° et 470°.

» En faisant d'autres essais au-dessus de 470°, nous avons pu établir que le bioxyde MoO^2 est directement transformé en métal, sans jamais donner d'autre oxyde défini tel que Mo^2O^3.

» Le bioxyde commence à perdre de l'oxygène au voisinage de 500°, mais la réduction est extrêmement lente à cette température. En trois heures et demie, nous n'avons constaté qu'une perte de poids de 0,16 pour 100. A 550°, la réduction est très nette; en une heure, l'oxyde brun MoO^2 est devenu gris métallique par places avec une perte de poids de 2,4 pour 100.

» Au-dessus de 550°, c'est-à-dire près du rouge naissant, l'oxyde prend plus rapidement l'aspect gris métallique. En trois heures quarante-cinq minutes, on a atteint une perte de poids de 18,8 pour 100; la transformation de MoO^2 en Mo^2O^3 exige seulement 6,2 pour 100.

» Enfin, en opérant vers 600°, la réduction étant un peu plus rapide, en quelques heures on arrive au métal.

» Ainsi, dans une expérience, en trois heures et demie, $0^{gr},2943$ de MoO^3 a donné $0^{gr},1965$ de métal, et ce poids n'a plus varié en une heure; dans une autre, $0^{gr},2572$ de MoO^3 a donné $0^{gr},1898$. Les pertes de poids correspondantes sont 33,23 et 33,55 pour 100. En prenant 96 pour poids atomique du molybdène, la transformation de MoO^3 en Mo exige 33,3. La réduction était donc bien complète.

» Vers 600°, la réduction de MoO^3 ou de MoO^2 donne par conséquent non pas le sesquioxyde Mo^2O^3, mais le métal, et l'oxyde incomplètement réduit, à cette température, n'est qu'un mélange de MoO^2 et de Mo.

» Les nombres que nous avons obtenus démontrent qu'il n'est pas nécessaire d'élever la température jusqu'au point de ramollissement de la porcelaine pour obtenir du molybdène réduit, bien exempt d'oxygène. Le même résultat peut être atteint à basse température, mais en prolongeant assez longtemps l'expérience.

» Liechti et Kempe ([2]), pour éviter de porter la température jusqu'au rouge vif, purifiaient le molybdène incomplètement réduit en le chauffant

---

([1]) Même Volume, p. 26.

([2]) *Ber. d. deutsch. chem. Gesell.*, t. VI, p. 991; 1873.

dans un courant de gaz chlorhydrique qui, d'après eux, transforme tous les oxydes inférieurs du molybdène en $Mo^3 2HCl$, composé volatil découvert par Debray ([1]).

» Après avoir chauffé du bioxyde MoO^2 dans un courant de gaz chlorhydrique, nous l'avons pesé, puis de nouveau chauffé dans ce même gaz bien privé d'air : le poids n'a pas varié en une demi-heure, et il ne s'est produit aucun sublimé.

» Cette expérience a été répétée deux fois, et le résultat a été le même. Le bioxyde n'est donc pas volatilisé dans ces conditions ; or, comme nous avons montré que c'est du bioxyde et non de l'anhydride molybdique qui se trouve dans le métal incomplètement réduit, ce procédé de purification pour le gaz chlorhydrique est à rejeter, et le seul moyen de préparer du molybdène réduit pur consiste à chauffer l'anhydride molybdique dans l'hydrogène pur et sec jusqu'à ce qu'il ait perdu 33,3 pour 100 de son poids.

» En résumé, nous avons pu établir, par des expériences faites à température constante, que, dans l'hydrogène entre 300° et 470°, la réduction de l'anhydride molybdique conduit à l'oxyde MoO^2 sans passer par les oxydes Mo^2O^5, Mo^2O^{12}. Nous avons constaté, d'autre part, que, au-dessus de 500°, la réduction se produit jusqu'au métal sans donner de sesquioxyde Mo^2O^3.

» La réduction, faite sur de petites quantités, peut être complète à 600° en quelques heures.

» Il est facile de vérifier que, dans tous les cas étudiés jusqu'ici, les différents oxydes *anhydres* d'un même métal exigent, pour se réduire, une température d'autant plus élevée qu'ils sont moins oxygénés. On doit donc obtenir, en exécutant, comme nous l'avons fait, une série de réductions à température constante, successivement tous les oxydes *anhydres* du molybdène.

» D'après nos expériences, le nombre des oxydes *anhydres* du molybdène se réduirait à deux : MoO^3 et MoO^2; les autres oxydes Mo^3O^8, Mo^2O^5, Mo^5O^{12}, Mo^2O^3 ne seraient pas des composés définis. Nous nous proposons de vérifier cette conclusion en reprenant l'étude des préparations indiquées pour ces oxydes par différents auteurs ([2]). »

([1]) *Comptes rendus*, t. XLVI, p. 1100.

([2]) Ce travail a été fait au laboratoire des hautes études de M. Moissan, à l'École supérieure de Pharmacie.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure de benzoyle sur les orthodiamines monosubstituées.* Note de M. **Fernand Muttelet**, présentée par M. Friedel.

« Dans le présent travail, on a cherché quelle est l'action du chlorure de benzoyle sur les orthodiamines monosubstituées répondant à la formule générale

$$AzO^2\text{-}C^6H^3\begin{cases}AzH.R\\AzH^2\end{cases}$$

dans laquelle le radical R peut être gras ou aromatique.

» Les recherches ont été effectuées avec les amines pour lesquelles R est représenté par le phényle C^6H^5, les *p*- et *o*-tolyle $C^6H^4CH^3$, les α- et β-naphtyle $C^{10}H^7$, le méthyle CH^3.

» D'une façon générale, on a trouvé que l'action de ce chlorure d'acide conduit, selon les conditions de l'expérience, aux résultats suivants :

» I. A froid et en présence d'un solvant, il se forme un dérivé benzoylé

$$AzO^2.C^6H^3\begin{cases}AzH.R\\AzH.COC^6H^5\end{cases}.$$

» II. A haute température (220° environ), en présence d'un excès de chlorure de benzoyle, il se produit un anhydride interne

$$AzO^2.C^6H^3\begin{cases}Az(R)\\Az\end{cases}C.C^6H^5.$$

» I. *Action du chlorure de benzoyle, à froid, en présence d'un solvant.* — 1. *p*-nitro-*o*-benzoylamido-phénylaniline

$$AzO^2.C^6H^3\begin{cases}AzH.C^6H^5\\AzH.COC^6H^5\end{cases}.$$

» La solution de *p* nitro-*o*-amido-phénylaniline dans la benzine cristallisable est additionnée de chlorure de benzoyle (parties égales des deux composés). Maintenue à la température ambiante, cette solution laisse déposer une poudre jaune. Quand ce dépôt cesse d'augmenter, on le recueille sur filtre. Après un lavage au benzène on le reprend par l'alcool bouillant. Ce solvant abandonne par refroidissement des aiguilles jaune brun qui, séchées dans le vide sur l'acide sulfurique, fondent à 201°-202°. Elles

ne perdent pas de poids à 100° et, après cette dessiccation, donnent les résultats suivants à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $AzO^2.C^6H^3\begin{cases}AzH.C^6H^5\\AzH.COC^6H^5\end{cases}$.
C.........	68,76 pour 100	68,46 pour 100
H.........	4,62 »	4,50 »

» Le pour 100 trouvé pour le carbone est supérieur de 0,3 à celui donné par la théorie; cet excès je l'ai obtenu avec tous les corps préparés dans cette étude: je l'attribue à la présence dans ces composés d'une grande quantité d'azote.

» La *p*-nitro-*o*-benzoylamido-phénylaniline est donc en aiguilles jaune brun fondant à 201°-202°.

» On a également préparé :

» 2. La *p*-nitro-*o*-benzoylamido-*p*-tolylaniline en aiguilles jaunes fondant à 210°-211°.

» 3. La *p*-nitro-*o*-benzoylamido-*o*-tolylaniline en aiguilles jaune d'or fondant à 164°-165°.

» 4. La *p*-nitro-*o*-benzoylamido-β-naphtylaniline en aiguilles jaune orange fondant à 217°-218°.

» Les composés pour lesquels R est représenté par les radicaux α-naphtyle et méthyle sont à l'étude.

» II. *Action du chlorure de benzoyle à haute température* (220° *environ*) *en présence d'un excès de ce réactif.* — D'une façon générale, cette action conduit à des produits dérivant des composés benzoylés précédemment décrits, par perte d'une molécule d'eau, et répondant à la formule générale

R
Az
C.C^6H^5.
AzO^2 Az

» 1. R *est représenté par le radical phényle* C^6H^5. — De la *p*-nitro-*o*-amidophénylaniline (1 partie), placée dans un ballon bien sec, est additionnée de chlorure de benzoyle (2 parties). Il se forme, avec élévation de température, un corps jaune le dérivé benzoylé). On chauffe alors au bain d'huile en élevant progressivement la température jusqu'à fusion complète. Il se dégage abondamment de l'acide chlorhydrique. Enfin, la masse étant complètement liquide, le dégagement gazeux cesse. Le thermomètre, plongé dans le bain d'huile, marque 210°-215°. On laisse refroidir. La masse solide est traitée par de l'eau chargée de carbonate de soude pour détruire l'excès de chlorure d'acide; la partie insoluble dans le liquide alcalin, après ébullition prolongée, est lavée à l'eau chaude, puis séchée.

» Le produit brut est repris par l'alcool bouillant. Par refroidissement, on obtient des aiguilles fondant à 181°. Ces aiguilles, séchées à 100°, ne perdent pas de poids.

Elles donnent, après cette dessiccation, les résultats suivants à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $AzO^2.C^6H^3\langle {}^{Az-C^6H^5}_{Az} \rangle C.C^6H^5$.
C....................	72,84 pour 100	72,34
H....................	4,31 »	4,12

» Elles constituent donc l'anhydride interne

$$AzO^2-C^6H^3\langle {}^{Az(C^6H^5)}_{Az} \rangle C.C^6H^5.$$

» Et la réaction qui a donné naissance à cet anhydride peut être représentée par l'équation

$$AzO^2.C^6H^3\langle {}^{AzH-C^6H^5}_{AzH^2} \quad + 2\,C^6H^5COCl$$

$$= AzO^2.C^6H^3\langle {}^{Az-C^6H^3}_{Az} \rangle C.C^6H^5 + 2\,HCl + C^6H^5CO^2H.$$

» En opérant de même, on a obtenu les anhydrides suivants, désignés par le radical qui représente R :

2.	R = *p*-tolyle : $C^6H^4.CH^3$,	aiguilles blanches, pf : 177°-178°
3.	R = *o*-tolyle : $C^6H^4.CH^3$,	aiguilles jaunâtres, pf : 172°-173°
4.	R = α-naphtyle : $C^{10}H^7$,	petits cristaux jaunes, pf : 171°-173°
5.	R = β-naphtyle : $C^{10}H^7$,	aiguilles jaunes, pf : 177°-178°
6.	R = méthyle : CH^3,	cristaux jaunes, pf : 140° avec décomp.

» Les produits de réduction de ces anhydrides sont à l'étude [1]. »

CHIMIE. — *Sur la formation des hydrates mixtes de l'acétylène et de quelques autres gaz.* Note de MM. DE FORCRAND et SULLY THOMAS.

« L'étude détaillée, faite par l'un de nous [2], des composés hydratés et cristallisés qui se forment par l'union, en présence de l'eau, de l'hydro-

---

(1) Laboratoire d'études et de recherches de l'École municipale de Physique et de Chimie de Paris; juillet 1897.

(2) *Thèse de Paris* (1882). (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXVIII, p. 5.)

gène sulfuré et d'un grand nombre de dérivés halogénés de la série grasse, nous a conduits à supposer que des combinaisons analogues pourraient se produire, par l'union avec l'eau, de ces mêmes composés et de quelques gaz susceptibles de donner des hydrates simples à 0°, et sous de faibles pressions.

» Un premier essai, fait en introduisant dans le tube à compression de l'appareil Cailletet de l'acétylène pur et quelques gouttes d'eau et de CCl^4, nous a donné, à 0° et sous une pression de 20 atmosphères environ, une combinaison cristalline que nous avons pu conserver jusqu'à + 5°, sous une pression à peine supérieure à la pression atmosphérique, et qui se décomposait avec effervescence à une température plus élevée.

» Ce n'était donc ni un hydrate simple d'acétylène (qui a une tension de près de 6 atmosphères à 0°), ni un hydrate simple de CCl^4 qui ne donnerait pas d'effervescence en se décomposant.

» On peut obtenir en plus grande quantité cet hydrate mixte en faisant passer de l'acétylène pur et refroidi, saturé de vapeurs de CCl^4, dans un flacon maintenu à 0° et contenant quelques fragments de glace. On provoque une légère pression à l'intérieur de l'appareil, en faisant plonger plus ou moins le tube à dégagement du gaz dans une éprouvette remplie de mercure. Nous avons obtenu ainsi, à 0° et sous une pression supérieure de $\frac{1}{2}$ atmosphère environ à la pression atmosphérique, dans le flacon renfermant la glace, des croûtes blanches, cristallines, rappelant les cristaux qui se forment avec H^2S, dans les mêmes conditions. Ce corps, que nous avons pu conserver jusqu'à + 5° et sous la pression atmosphérique, se décompose à une température plus élevée en donnant un dégagement abondant d'acétylène : c'est donc bien un hydrate mixte d'acétylène et de tétrachlorure de carbone.

» En opérant dans les mêmes conditions et en remplaçant le tétrachlorure de carbone par $CHCl^3$, $C^2H^4Cl^2$, CH^3I, $CHBr^3$, $C^2H^3Br - Br^2$, CH^2Cl^2, $C(CH^3)Cl^3$, CH^2I^2, etc., nous avons obtenu des hydrates mixtes. Dans chacun des cas, nous nous sommes assurés que ces corps se décomposaient en donnant de l'acétylène.

» Il nous a paru intéressant de rechercher aussi si nous ne pourrions pas réaliser les combinaisons hydratées de ces mêmes dérivés halogénés avec d'autres gaz. Nos expériences ont porté sur C^2H^4, CO^2, SO^2. Nous avons réussi à obtenir des cristaux susceptibles de se former et de se conserver à plusieurs degrés au-dessus de 0°. Ces cristaux n'étaient pas constitués par de la glace : ce n'étaient pas non plus des hydrates simples formés par

les gaz ou par les liquides employés, puisqu'ils se décomposaient avec effervescence en régénérant le gaz qui avait servi à les former, et qu'ils étaient beaucoup plus stables que les hydrates simples des gaz.

» Ces expériences pourraient peut-être être rapprochées de celles qui ont été décrites dès 1840 par Wœhler (hydrate mixte d'alcool et de H^2S), et plus tard par MM. Schützenberger (hydrate mixte de CS^2 et de H^2S) et Cailletet (hydrate mixte de PH^3 et de CO^2); peut-être même devrait-on comprendre dans cette famille les nombreux sels acides hydratés, et notamment les chlorhydrates de chlorures, bromhydrates de bromures, etc.

» Il existerait donc toute une série de « ces combinaisons qui se distinguent » par leur formation facile, par leur peu de stabilité qui leur permet de se » dédoubler sous les influences les plus légères », combinaisons dont M. Berthelot indiquait déjà l'importance en 1856.

» A première vue, ces corps pourraient être considérés comme des combinaisons de deux hydrates, telles que

$$2(H^2S + 6H^2O) + (M + nH^2O),$$

combinaisons présentant constamment une stabilité plus grande que chacun des deux hydrates constituants.

» L'un de nous se propose d'en poursuivre l'étude détaillée et d'établir notamment leur composition chimique et leur mode de décomposition à différentes températures et sous des pressions variables. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide sulfurique sur le térébenthène gauche.* Note de MM. **G. Bouchardat** et **J. Lafont.**

« Dans une publication déjà ancienne, nous avons montré que l'acide sulfurique concentré s'unissait directement aux divers térébenthènes, en fournissant de notables proportions de terpilènes bouillant au-dessus de 175°; des polymères liquides bouillant de 310° à 320° et d'autres solides à froid; du bornéol lévogyre $C^{20}H^{18}O^2$ fusible à 214°, un isomère dextrogyre fondant vers 50°, et enfin des composés sulfuriques neutres au papier de tournesol et qui, traités à 150° par la potasse, donnaient des sels de potasse répondant à la formule $C^{20}H^{16}S^2HKO^8$.

» Nous venons compléter l'étude de ces derniers composés dont nous avons, dans ce but, modifié le mode d'obtention.

» Nous avons incorporé à l'essence de térébenthine française lévogyre

un dixième de son poids d'acide sulfurique, avec les précautions indiquées. Le produit total a été chauffé à 150° à l'autoclave avec un excès de potasse alcoolique. Le produit a été traité par beaucoup d'eau. Les huiles surnageantes sont constituées par du térébenthène inaltéré $C^{20}H^{16}$, un peu de camphène $C^{20}H^{16}$, des terpilènes $C^{20}H^{16}$ et leurs polymères liquides bouillant de 310° à 320° et d'autres solides à basse température. Ces huiles nous ont fourni une certaine proportion de bornéol lévogyre ordinaire et de son isomère fusible vers 50° (1) et dextrogyre. L'eau retient en dissolution les sels potassiques formés dans cette action.

» Ces sels ont été recristallisés d'abord dans l'eau, pour isoler le plus grand excès d'alcali, puis dans l'alcool concentré. Ils agissent sur la lumière polarisée. Ils sont formés par deux composés très distincts, de même composition chimique $C^{20}H^{16}S^2KHO^8$. Nous avons pu les isoler par une suite laborieuse de cristallisations, d'abord dans l'alcool à 99°, puis, pour finir, dans l'alcool à 50 pour 100.

» Le moins soluble de ces sels, que nous appelons *térébenthénosulfate de potasse* gauche ou isobornéolsulfate, est encore très soluble dans l'eau; dans l'alcool à 50°; soluble dans l'alcool absolu; il se présente sous forme de cristaux lamellaires rappelant l'aspect de l'acide borique, mais plus épais et mieux définis. Il répond à la formule indiquée : K = 14,38 à 14,30, théorie 14,33; C = 44,03, H = 6,28, théorie 44,1 et 6,25; son pouvoir rotatoire en solution alcoolique à 50 pour 100 et au $\frac{1}{10}$ est $[\alpha]_D = -25$.

» Il est très stable en solution aqueuse, à condition d'être en présence d'un très léger excès d'alcali. Mais pur, il est facilement décomposé, surtout à chaud, ou lorsqu'on ajoute un acide pour mettre en liberté l'acide sulfoconjugué. Le sel de potasse pur ne peut être desséché qu'à froid en présence d'acide sulfurique. L'eau à froid décompose le sel de potasse, et mieux l'acide libre, en donnant de l'acide sulfurique ou du bisulfate de potasse et du bornéol gauche, dont le pouvoir rotatoire a été trouvé de − 36°48′, c'est-à-dire identique au bornéol retiré de l'essence de valériane ou du n'gai. On retrouve dans l'eau la totalité du soufre décelé à l'analyse, sous forme de $S^2O^8H^2$. L'eau agissant à 100° donne un bornéol moins actif $[\alpha]_D = -32°$ à $-31°40'$, ce qui tient à l'action exercée sur le produit par l'acide sulfurique mis en liberté.

» Le sel de potasse examiné, *térébenthénosulfate* de potasse, possède un

---

(1) Dans une prochaine Note, nous établirons l'identité de ce corps avec l'alcool correspondant de l'isomère optique du camphre anisique ou fenchone.

ensemble de propriétés comparables à celles du sulfovinate de potasse : son acide est un véritable éther sulfurique du bornéol gauche ou plutôt un isomère. Il correspond au dédoublement, par la potasse alcoolique, d'un véritable *éther sulfurique neutre du bornéol gauche* : d'une part, en bornéol gauche; d'autre part, en le sel examiné. Cette opinion est confirmée par l'examen des produits volatils de l'action de la potasse, où nous avons trouvé du camphène gauche et le bornéol lui-même de déviation inférieure à $-32°$, bornéol signalé d'ailleurs précédemment par Tilden, puis par nous dans les produits accompagnant le térébène ou camphène inactif par compensation. L'acide nitrique à l'ébullition oxyde le sel potassique et donne du camphre lévogyre $[\alpha]_D = -41°40'$, fusible à 203°, c'est-à-dire identique à celui que nous avons obtenu précédemment en partant du térébenthène gauche et identique au camphre de Matricaire.

» Le second sel, obtenu dans l'action successive de l'acide sulfurique sur le térébenthène gauche, puis de la potasse, se présente sous la forme de longues aiguilles feutrées, soyeuses, anhydres. Les propriétés générales de ce sel sont comparables à celles du térébenthénosulfate de potasse; sa composition est la même : $C = 44,08$; $H = 6,25$; $K = 14,36$. Seulement le pouvoir rotatoire en est différent; dans les mêmes conditions de dilution on trouve $[\alpha]_D = +10°$. Stable en présence de l'eau et d'alcali, il se décompose en solution neutre ou acide dès 0°, et à 100° en acide sulfurique, dosé totalement, et un produit restant en surfusion à $+15°$, mais qui donne, après distillation à 198°, des cristaux fusibles vers 45°.

» C'est l'alcool que nous avons obtenu dans l'action de divers acides sur le térébenthène gauche et que nous avons primitivement désigné sous le nom de *isobornéol* $C^{20}H^{18}O^2$ droit. Le produit obtenu dans la réaction à 150° n'a qu'un pouvoir rotatoire de $+9°20'$ à $+10°$. Cet alcool est plus altérable que le bornéol; il noircit facilement en présence de $S^2O^8H^2$. Nous démontrerons prochainement son identité avec le fenchol dextrogyre.

» L'acide nitrique attaque facilement à chaud cet alcool ainsi que le sel de potasse correspondant en donnant un produit liquide à 15°, cristallisable au-dessous de 0°, déviant fortement à gauche le plan de polarisation $[\alpha]_D l = 10 = -50°$, identique avec le *camphre liquide* obtenu par nous dans l'oxydation des isobornéols de synthèse.

» Dans les produits liquides de l'action primitive nous n'avons pu retrouver le *fenchène* $C^{20}H^{16}$ qui dérive du fenchol par déshydratation, comme

le camphène dérive du bornéol; par contre, il est facile d'y signaler la présence de cymène $C^{20}H^{14}$.

» Ces faits tendraient à infirmer l'opinion de M. Wallach, qui considère le fenchol, la fenchone comme se rattachant au métacymène et non au paracymène ou cymène ordinaire.

» Les eaux-mères des sels précédents renferment deux autres composés salins de nature toute différente, inactifs, dont nous terminons l'examen. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Développement de principes aromatiques par fermentation alcoolique en présence de certaines feuilles.* Note de M. **Georges Jacquemin.**

« Les feuilles, à différentes époques de la végétation, sont le siège d'une élaboration de principes immédiats, que la plante utilise au profit d'autres organes, du fruit par exemple, soit dès qu'ils ont été formés, soit après les avoir tenus en réserve pour les abandonner au moment voulu. Le fruit, en effet, peut acquérir au temps de la maturation une saveur caractéristique, due suivant toute probabilité à l'introduction de ce principe, dont on a perçu l'odeur caractéristique dans le cassis par exemple, ou à l'arrivée et au dédoublement du principe en question, *dont on n'a pu entrevoir l'odeur* ou la saveur, dans le pommier, le poirier, le framboisier, etc.

» Les feuilles de bien des végétaux, portant des fruits à saveur nettement caractéristique, n'ont par elles-mêmes rien qui puisse faire soupçonner en elles la cause de cette saveur si bien définie. Qu'on les froisse entre les doigts, ou qu'on les broie dans un mortier, on ne perçoit aucune odeur ou aucune saveur aromatique ou parfumée. Qu'on les fasse bouillir avec de l'eau, et l'on n'en sentira généralement pas davantage.

» Il m'a semblé que ces principes particuliers à certaines feuilles, dont rien ne saurait, par des moyens physiques, révéler la nature ou pressentir le rôle physiologique que je leur attribue dans le fruit en voie de maturation, pourraient bien être assimilés à des glucosides. On peut concevoir, en effet, que de tels corps, arrivant dans le fruit à une certaine période de la vie du végétal et y rencontrant une diastase, se dédoublent sous cette influence en glucose ou matière sucrée, qui augmente la saveur sucrée du fruit, et en un principe plus ou moins aromatique qui caractérise cette saveur.

» Guidé par cette hypothèse, j'ai été conduit aux expériences suivantes, qui ont servi de point de départ à d'autres dont je me propose de présenter les résultats à l'Académie.

» J'immerge, par exemple, des feuilles de pommier ou de poirier dans un liquide, sucré à 10 ou 15 pour 100 de sucre, puis j'y ajoute une levure, ou Saccharomyces, choisie de manière à déterminer la fermentation sans donner de bouquet. Dès que la fermentation est en marche, on sent manifestement une odeur de pommes ou de poires, suivant la nature de la feuille; lorsque la fermentation est terminée, après dépôt de la levure, on obtient un liquide d'un jaune paille plus ou moins accentué, qui, soumis à la dégustation, manifeste les caractères d'une boisson à bonne saveur, qui rappelle la pomme ou la poire et qui, par distillation, donne une eau-de-vie possédant un fin bouquet de fruit, pomme ou poire.

» Ce résultat montre que la levure, par une diastase qu'elle excrète, opère le dédoublement de ce glucoside, de ce principe particulier des feuilles, en un produit aromatique spécial et en un sucre qui fermentera avec le sucre du liquide qui fait fonction de milieu de cette vie cellulaire.

» Une fermentation du même genre, en présence de feuilles de vigne, donne un liquide à odeur et saveur vineuse très marquées et, par distillation, une eau-de-vie de fin bouquet. Cette expérience a été réalisée avec les feuilles de la vigne de ma propriété de Malzéville, près Nancy, qui donne un vin sans bouquet marqué. Il est permis d'espérer que la saveur vineuse serait accompagnée d'un bouquet d'autant plus fin que les feuilles proviendraient de cépages producteurs de meilleurs vins : c'est ce que je vais entreprendre de réaliser expérimentalement.

» Il est encore une remarque à signaler : c'est que le développement d'un principe aromatique, par fermentation des feuilles dans un moût sucré, est d'autant plus intense que l'on s'approche de l'époque où le fruit pourra user de cette réserve en vue de sa maturation. On comprend que, fin mai ou commencement de juin, les feuilles ne sauraient donner un résultat aussi complet que fin juillet et août. Quoi qu'il en soit, les résultats que l'on obtient en juin sont déjà fort remarquables.

» Certains de ces principes aromatiques étant très volatils, il s'en dégage beaucoup pendant la fermentation : ce fait est très en évidence dans la fermentation des feuilles de framboisier, sur laquelle je reviendrai. Or, si l'on voulait éviter cette déperdition, il conviendrait de diriger les gaz de la fermentation à travers un condensateur garni d'alcool, qui dissoudra l'arome dégagé, ou de faire passer ce gaz odorant à travers tout appareil

pouvant servir à fixer les huiles essentielles ou les parfums les plus fugaces.

» Dans toutes ces fermentations de feuilles diverses j'ai constaté que l'intensité de l'odeur du principe aromatique était plus grande, mieux accentuée, lorsqu'on opérait la distillation avant que la fermentation fût entièrement terminée. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une nouvelle enzyme hydrolytique « la caroubinase »*. Note de M. J. Effront.

« L'hydrate de carbone que nous avons isolé de la graine du *seratonia siliqua* est facilement hydraté par des acides dilués, ainsi que par une diastase spéciale *la caroubinase*.

» Cette enzyme se forme pendant la germination des graines du caroubier. La transformation de la caroubine et la sécrétion de la diastase peuvent être observées en laissant germer l'embryon isolé du grain, en présence de caroubine.

» Le germe séparé de l'albumen et cultivé dans l'obscurité se développe très lentement et donne, après huit à dix jours, une radicelle de la longueur du germe. Transporté ensuite dans de la terre calcaire et à la lumière, le germe se développe en plantule chétive, qui succombe généralement en trois à quatre semaines.

» Tout autre est la marche de la croissance lorsque l'embryon isolé est cultivé dans une enveloppe de caroubine gonflée ; la germination est plus rapide; on obtient une radicelle de la longueur du grain ; le germe, transporté dans de la terre, se développe rapidement en une plantule à plusieurs branches.

» Pendant la germination à l'abri de la lumière, l'enveloppe artificielle est fortement gonflée et en partie liquéfiée, mais la quantité d'hydrate de carbone absorbé est peu considérable.

» La liquéfaction et l'absorption de la caroubine marchent beaucoup plus rapidement dès qu'apparaît la chlorophylle dans la plantule.

» Le germe développé dans l'obscurité et transporté dans une terre calcaire absorbe, en trois ou quatre jours, une quantité égale à son poids d'enveloppe de caroubine.

» Parallèlement à l'absorption de l'hydrate de carbone, on constate l'apparition de l'enzyme hydrolytique.

» Nous avons, pour suivre la marche de la sécrétion, adopté la méthode suivante :

» Nous prélevons, à divers moments de la germination, une vingtaine de grains que nous broyons dans un mortier; nous y ajoutons 20^{cc} d'eau et quelques gouttes de chloroforme. On laisse macérer pendant vingt-quatre heures à 30°. On presse et l'on filtre le liquide. On détermine dans le liquide filtré la quantité des substances actives.

» A cet effet, on verse dans un tube à réactif 50^{cc} d'eau auxquels on ajoute $0^{cc},1$ d'acide formique normal et 1^{gr} de caroubine pulvérisée. On mélange et on additionne $2^{cc},5$, 5^{cc}, 10^{cc}, 15^{cc} du liquide actif à analyser. S'il y a lieu, on amène le volume à 30^{cc} et l'on abandonne pendant trois heures à 45°.

» Tous les échantillons reçoivent une dose de chloroforme et sont préparés en double, d'une part avec de l'infusion fraîche, d'autre part avec cette même infusion maintenue pendant une demi-heure à 90°.

» On juge de l'activité de l'infusion par le degré de gélatinisation de celle-ci. Le contenu des tubes, avec infusion chauffée à 90°, est complètement gélatinisé; celui des tubes, avec infusion active, est plus ou moins liquide.

» Il est aisé de se rendre compte du degré de fluidité du liquide : seuls, ceux qui ont été additionnés d'une quantité suffisante de diastase traversent le filtre, tandis que les autres ne passent pas.

» Par cette méthode, on voit que la sécrétion de l'enzyme est généralement très faible pendant la période de germination proprement dite, et qu'elle devient plus active dès que la plantule est munie de la chlorophylle.

» Une infusion de germes en croissance, traitée avec cinq fois son volume d'alcool, fournit un précipité riche en azote et offrant toutes les propriétés du liquide actif.

» La caroubinase agit déjà énergiquement à 40°, et son action augmente avec la température jusqu'à 50°; la température optima est entre 45° et 50°; à 70°, l'action devient très faible, et à 80° l'enzyme est détruite.

» L'enzyme agit très faiblement dans un milieu neutre.

» Une addition de $0^{gr},01$ à $0^{gr},03$ d'acide formique pour 100 de liquide favorise l'action de l'enzyme.

» La caroubinase est à la fois agent liquéfiant et saccharifiant.

» Par l'analyse de la gelée de caroubine soumise à l'action de l'enzyme, on constate qu'au moment de la liquéfaction le liquide ne contient que des traces de sucre réducteur, et que la substance réductrice augmente au fur et à mesure que l'influence de l'enzyme se prolonge.

» La caroubine liquéfiée par l'enzyme se précipite facilement par l'alcool, mais le précipité n'a plus les propriétés de la caroubine : il est

fortement dextrogyre et se dissout facilement dans l'eau. Traité par les acides minéraux faibles, le précipité est transformé en un sucre particulier : la *caroubinase*.

» Le sucre formé par l'action de l'enzyme n'est pas semblable au produit obtenu par les acides.

» Nous avons constaté, pendant la germination du *seratonia siliqua*, qu'il se produit des pectases et une diastase agissant sur la matière grasse.

» Nous traiterons, dans une Communication ultérieure, du produit de la transformation de la caroubine par les acides et les diastases ([1]). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Analyse optique des urines, sucre diabétique thermo-optique positif et négatif.* Note de M. **Frédéric Landolph.** (Extrait.)

« *Sucre thermo-optique positif ou sucre diabétique proprement dit.* — Quand on est en présence d'une urine franchement diabétique, la fermentation s'effectue avec une rapidité extraordinaire; elle est terminée en bonne partie déjà au bout de vingt minutes à une demi-heure, et cela à la température ordinaire de 15° et même à des températures plus basses encore. C'est la caractéristique du sucre diabétique par excellence. Son pouvoir réducteur est le double de celui du sucre de raisin, en sorte que 100^{gr} de sucre diabétique correspondent, non pas à $220^{gr},5$, mais en réalité à 441^{gr} d'oxyde de cuivre.

» Le sucre diabétique est thermo-optique positif, comme le sucre commercial, c'est-à-dire que, lorsque l'urine qui le contient est examinée au polaristrobomètre à la température ordinaire et réexaminée une autre fois après avoir subi l'ébullition, le pouvoir optique a augmenté un peu et souvent même de plusieurs degrés. La quantité de sucre des urines réellement diabétiques, correspondant à la fermentation, est généralement d'accord avec la quantité indiquée par le polaristrobomètre. En dosant, dès lors, le sucre dans les urines d'après le procédé de Fehling seulement, la quantité obtenue en est de beaucoup trop élevée, et d'autant plus élevée que le sucre diabétique est plus prédominant sur le sucre thermo-optique négatif qui l'accompagne toujours et dont le pouvoir réducteur seul se rapproche de celui du sucre de raisin.

([1]) Bruxelles, Institut des fermentations.

» Je propose donc d'abandonner le dosage du sucre dans les urines par la solution de Fehling : d'abord, parce que ce dosage n'est jamais exact, puisque la fin de la réaction n'est basée que sur des appréciations calorimétriques; ensuite, parce qu'il y a un bon nombre d'urines qui réduisent beaucoup, sans renfermer pour cela du sucre, qu'il y en a même qui ne réduisent pas sensiblement et qui pourtant en contiennent une quantité notable, et avant tout parce que ce dosage part du principe faux, que le sucre diabétique doit réduire au même degré que le sucre de raisin.

» Pour les coefficients de réduction, il faut observer exactement la température d'introduction de réaction, laquelle, pour quelques rares urines, se trouve déjà un peu au-dessus de 50°, pour les urines diabétiques entre 71° et 76° et pour les urines normales à 100°, après une durée d'une à quatre minutes d'ébullition.

» L'hydrate de protoxyde de cuivre obtenu par le sucre diabétique est jaunâtre, pâteux et assez léger, tandis que l'anhydride de protoxyde de cuivre obtenu par le sucre de raisin, le sucre commercial, l'acide urique, l'urate de soude, l'urée, etc., est rouge vif ou rouge foncé, sablonneux et lourd. Ce protoxyde rouge s'obtient aussi quelquefois sur des urines diabétiques ayant subi certaines transformations. Le sucre diabétique est très stable et souvent même reste intact encore au bout de plusieurs mois.

» *Sucre thermo-optique négatif.* — Le sucre diabétique est toujours accompagné d'une certaine quantité de sucre thermo-optique négatif, se comportant comme le sucre de raisin et perdant par l'ébullition, en partie ou en totalité, son pouvoir rotatoire positif. Ce sucre fermente beaucoup plus lentement que le sucre diabétique, n'est pas identique avec le sucre de raisin et précède généralement le diabète. Souvent j'ai examiné des urines déviant à droite de plusieurs degrés, fournissant à la fermentation la quantité d'acide carbonique correspondant au sucre indiqué par le polaristrobomètre, mais qui, portées à l'ébullition, perdent leur pouvoir optique dextrogyre complètement, ne donnant alors que la déviation normale lévogyre, due surtout à l'acide urique libre et aux urates.... »

CHIMIE AGRICOLE. — *Composition des haricots, des lentilles et des pois.* Note de M. Balland.

« 1. Les analyses que nous avons effectuées sur les haricots, les lentilles et les pois sont condensées dans le Tableau suivant :

	Haricots.		Lentilles.		Pois.	
	Minimum p. 100.	Maximum p. 100.	Minimum p. 100.	Maximum p. 100.	Minimum p. 100.	Maximum p. 100.
Eau	10,00	20,40	11,70	13,50	10,60	14,20
Matières azotées	13,81	25,16	20,32	24,24	18,88	23,48
» grasses	0,98	2,46	0,58	1,45	1,22	1,40
» sucrées et amylacées	52,91	60,98	56,07	62,45	56,21	61,10
Cellulose	2,46	4,62	2,96	3,56	2,90	5,52
Cendres	2,38	4,20	1,99	2,66	2,26	3,50
Poids moyen de 100 grains	20gr,00	134gr,60	2gr,49	6gr,56	15gr,46	50gr,00

» 2. *Haricots.* — Le minimum des matières azotées et le maximum des matières grasses indiqués plus haut ne se rencontrent qu'exceptionnellement dans de très gros haricots, d'origine espagnole. Pour tous les autres produits examinés, blancs ou colorés (*canaris d'Autriche, chartres français, chevriers français, cocos d'Illyrie, lingots de Galicie, nains perles étrangers, petits plats français, soissons français, suisses rouges*, etc.), les écarts sont moins accusés et se rapprochent des résultats obtenus avec les pois et les lentilles ; le poids moyen maximum du grain diminue presque de moitié, car il passe, dans le Tableau ci-dessus, de 1gr, 34 à 0gr, 78.

» Les germes, comme pour la fève, sont très azotés et relativement pauvres en matières grasses.

» 3. *Lentilles.* — La composition des lentilles, à l'exception de la cellulose, en moindre quantité, offre assez d'analogie avec la composition des fèves examinées précédemment. Les lentilles d'Égypte, ainsi que les fèves de même provenance, tiennent le premier rang pour l'azote. Les lentilles d'Auvergne, presque aussi petites que celles d'Égypte, sont plus azotées que les lentilles de Bohême, d'Espagne, de Moravie et de Russie, dont le poids moyen du grain est deux fois plus élevé.

» 4. *Pois.* — Les différentes variétés de pois (*pois blancs de France, d'Allemagne, du Canada ; pois verts indigènes de l'Est, du Nord, de Noyon ; pois verts de Hollande*) offrent une composition assez uniforme, qui les rapproche davantage des haricots que des lentilles.

» Les pois non entièrement formés sont plus azotés que les pois récoltés à leur parfaite maturité : ce fait a déjà été signalé par Poggiale en 1856. Il n'est pas indifférent de le rappeler aux fabricants et aux consommateurs, aujourd'hui que les petits pois de conserve entrent de plus en plus dans l'alimentation.

» 5. Les haricots, les lentilles et les pois présentent la même acidité

que les fèves; ils ne laissent à la décortication que 7 à 9 pour 100 d'enveloppes, beaucoup moins, par conséquent, que les fèves. Pour les haricots et les lentilles, la proportion de cellulose résistante ne dépasse pas 30 pour 100 dans les enveloppes, alors qu'elle atteint dans les pois, comme dans les fèves, jusqu'à 48 pour 100. Aussi ces dernières denrées contiennent-elles plus de cellulose que les lentilles et les haricots. Dans les amandes seules ou les produits décortiqués, on observe moins d'écart. La cellulose diminue et les matières grasses et azotées sont en plus fortes proportions; il y a aussi plus de matières minérales, les enveloppes laissant généralement moins de cendres à l'incinération que les amandes. A poids égal, les pois cassés du commerce sont ainsi plus nourrissants que les pois secs ordinaires.

» 6. Les pois, les haricots et surtout les lentilles se conservent pendant longtemps sans éprouver de modifications dans leur constitution chimique. Ils gonflent considérablement dans l'eau, à la température ordinaire. Dans l'année qui suit la récolte, la prise d'eau atteint 100 pour 100 en vingt-quatre heures; mais, au delà, la prise est plus lente et la proportion moins élevée : l'amande est plus sèche, plus terne, plus cornée et moins perméable.

» 7. La surface occupée par les fèves, les haricots, les lentilles et les pois est extrêmement restreinte en France, puisqu'elle ne dépasse guère 0,65 pour 100 de la surface totale du territoire. De là, la nécessité d'avoir recours à d'onéreuses importations de l'étranger (plus de 23 millions de francs en 1895). A l'instar de ce qui se fait chez nos voisins de Belgique et d'Allemagne, il semble que nos agriculteurs devraient donner beaucoup plus d'extension à la culture de ces légumineuses, qui, par leur forte teneur en matières azotées assimilables, offrent tant de ressources à l'alimentation. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action physiologique du venin de Salamandre du Japon* (Sieboldia maxima). *Atténuation par la chaleur et vaccination de la Grenouille contre ce venin*. Note de M. C. **Phisalix**, présentée par M. Chauveau.

« Depuis que Siebold, en 1829, a introduit en Europe la Salamandre du Japon, pour laquelle Schlegel a créé le genre *Sieboldia*, cet animal a été étudié surtout au point de vue morphologique; mais aucun auteur, que je sache, ne s'est occupé de l'étude physiologique de son venin.

» Il n'est pas très facile de se procurer ce venin en grande quantité. Le procédé qui m'a le mieux réussi est la compression de la peau du dos avec une spatule en platine adaptée à cet usage. On obtient ainsi un liquide blanc, laiteux, à odeur forte et pénétrante. Il est immédiatement recueilli et agité dans l'eau distillée, où il se dissout en partie. L'autre partie se coagule en amas, très visqueux, qui restent collés à la spatule.

» La solution opaline ainsi obtenue peut être conservée plusieurs jours, si on l'additionne de quelques gouttes de chloroforme. Elle ne tarde pas à s'atténuer. L'addition de glycérine en permet une conservation plus longue; mais, à cause de ses propriétés toxiques convulsivantes sur la Grenouille, la solution glycérinée ne peut être employée.

» Le venin, desséché dans le vide et conservé à l'air, s'altère peu à peu : au bout d'un mois, il a perdu toute sa toxicité. La dessiccation à 58° le détruit complètement. Le précipité ainsi que l'extrait alcoolique sont dépourvus de toute action nocive.

» En raison de cette altérabilité, le mieux est donc d'employer une solution récente de venin; cette solution est fortement alcaline.

» *Action physiologique*. — Inoculé dans le sac lymphatique dorsal de la Grenouille, le venin de Salamandre du Japon détermine des symptômes locaux et généraux.

» *Symptômes locaux*. — Ils consistent en une tuméfaction œdémateuse, avec congestion intense qui se traduit par un piqueté hémorragique de la peau, bien visible si l'injection a été faite à la face ventrale. Le gonflement s'accentue de plus en plus, et, si la dose de venin n'est pas rapidement mortelle, on voit, après vingt-quatre heures, le sac lymphatique distendu et fluctuant. Cet œdème diminue ensuite insensiblement et l'animal guérit; ou il persiste, et la mort arrive en quatre ou cinq jours. Le liquide de l'œdème est louche, grisâtre et rempli de fausses membranes.

» Chez les Mammifères, cette action locale est très prononcée, la douleur est très vive; l'animal ne peut plus se servir de son membre et le processus inflammatoire aboutit à une véritable mortification des tissus. Déposé sur la conjonctive d'un chien, le venin y produit une inflammation intense qui dure quatre à cinq jours.

» *Symptômes généraux*. — Sur une Grenouille qui a reçu une forte dose de venin, on peut observer les symptômes suivants : au bout de dix à quinze minutes, le saut devient difficile et pénible; les pattes postérieures sont lentement et incomplètement ramenées contre l'abdomen, puis elles ne tardent pas à être paralysées. Les mouvements respiratoires deviennent irréguliers et finissent par s'arrêter. En moins d'une demi-heure, l'animal, absolument flasque et mis sur le dos, reste immobile. Les réflexes sont considérablement amoindris; le cœur se ralentit et bientôt s'arrête en diastole.

» A ce moment, l'excitabilité nerveuse et musculaire persiste encore,

mais diminue rapidement et s'éteint en trente ou quarante minutes, la première avant la seconde.

» Chez le Lapin, l'injection intra-veineuse détermine en quelques minutes de l'incoordination des mouvements, de la paralysie et la mort avec arrêt du cœur en diastole. L'excitabilité du crural et du phrénique est abolie, alors que l'irritabilité musculaire est presque intacte. D'après ces résultats sur la Grenouille et le Lapin, on peut admettre que le poison atteint d'abord les centres nerveux et ensuite les nerfs.

» *Atténuation par la chaleur.* — Une solution de venin chauffée à l'ébullition et maintenue pendant une demi-minute dans l'eau bouillante perd ses propriétés toxiques. Il faut abaisser d'une manière notable la température pour ne pas détruire le venin. Un chauffage de quinze minutes, à 45°, le laisse à peu près intact. Mais, à partir de 50°, l'altération est très marquée : du venin chauffé pendant vingt minutes à 50° n'occasionne plus qu'une irritation locale qui se traduit par de l'œdème; il en est de même pour le venin chauffé à 56°. Pour que toute action locale et générale soit à peu près supprimée il faut chauffer à 60° pendant vingt minutes. Dans ces conditions, on peut inoculer sans danger 3 ou 4 fois la dose mortelle dans le sac lymphatique dorsal d'une Grenouille.

» *Vaccination de la Grenouille.* — La Grenouille qui a résisté au venin chauffé à 50° pendant vingt minutes acquiert une résistance plus grande à l'inoculation d'épreuve, mais finit par mourir en quatre ou cinq jours. Si le venin a été chauffé à 56°, la Grenouille survit à l'inoculation d'épreuve, mais elle présente un œdème local accentué. Enfin le venin qui a été maintenu pendant vingt minutes à 60° engendre une vaccination parfaite. L'inoculation d'épreuve, faite au bout de quarante-huit heures, produit encore quelquefois un œdème fugace; mais il ne survient aucun symptôme général : *la Grenouille est vaccinée.* En résumé, le venin de Salamandre du Japon est détruit par oxydation à l'air, par précipitation alcoolique, par ébullition; il s'atténue à une température voisine de 60° et *devient un vaccin.* Ces caractères l'éloignent du venin des autres Urodèles et le rapprochent de certains albuminoïdes toxiques, tels que celui du sérum d'Anguille. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Troubles trophiques consécutifs à la section du sympathique cervical.* Note de MM. **J.-P. Morat** et **M. Doyon**, présentée par M. Chauveau.

« L'un de nous, dans une Communication antérieure, a signalé les déviations nutritives qui, après la section des racines postérieures, surviennent dans le membre correspondant, et insisté sur leur ressemblance avec les lésions analogues observées cliniquement dans nombre d'affections du système nerveux (¹). On sait, d'autre part, combien il est facile de provoquer des troubles trophiques du même genre dans le champ de distribution du trijumeau (notamment dans le globe oculaire) en coupant ce nerf dans le crâne par le procédé de Magendie. Du reste, qu'il s'agisse du trijumeau ou des racines médullaires, les mêmes explications ont été proposées pour éclairer la pathogénie de ces lésions, et les mêmes objections soulevées, en raison de l'étroite ressemblance qui existe entre ces nerfs. Nous répétons que ces troubles trophiques ne doivent pas être imputés à l'interruption ou à la paralysie des fibres sensitives qui forment la majeure partie de ces troncs nerveux, mais à des éléments centrifuges qui sont mélangés avec celles-ci et sortent du myélaxe par cette voie en apparence paradoxale.

» La section du sympathique cervical (en plus des phénomènes oculo pupillaires et vaso-moteurs auxquels elle donne lieu) est parfois suivie dans la région faciale, dite le *globe oculaire*, d'altérations locales de la nutrition tout à fait semblables à celles qui relèvent de la section du trijumeau. A la vérité, ces désordres ne peuvent pas être provoqués, en coupant le sympathique, presque à coup sûr comme il arrive pour la cinquième paire. En conservant les animaux opérés plusieurs semaines et en les examinant attentivement on a chance de les rencontrer. C'est ainsi que nous avons observé les lésions suivantes, ou ensemble ou isolément : dépoli de la cornée, déformation de la paupière, chute de cils, ulcération du bord de la lèvre inférieure, œdème douloureux de cette lèvre, et, tout récemment, sur un lapin, cataracte molle avec adhérence de l'iris.

(¹) J.-P. Morat, *Troubles trophiques consécutifs à la section des racines postérieures médullaires* (*Comptes rendus*, 24 mai 1897).

» La clinique a recueilli, de son côté, un certain nombre d'observations dans lesquelles les déviations trophiques de la face sont rapportées à des lésions, tantôt du trijumeau, tantôt du sympathique cervical.

» Les observateurs tendent naturellement à opposer mutuellement ces deux ordres de faits qui sont en faveur, les uns de l'action du premier, les autres de celle du second de ces nerfs, quand ils ne concluent pas à un partage entre eux deux. Cette opposition ou ce partage d'attribution, nous les retrouvons du reste dans l'exercice de toutes les fonctions (oculo-pupillaires, sécrétoires, vaso-motrices) ressortissant au grand sympathique. Quant à la ressemblance fonctionnelle qui est impliquée par là entre deux nerfs si dissemblables, elle a de quoi surprendre au premier abord; mais elle s'explique facilement si, au lieu d'attribuer ces fonctions en bloc aux groupements conçus pour la commodité de l'anatomie descriptive, nous rapportons celles-ci individuellement anx éléments constituants de ces troncs nerveux, quittes à rapprocher idéalement ceux de ces éléments qui ont des fonctions identiques ou analogues pour en faire les véritables systèmes et sous-systèmes en lesquels se repartage le tissu nerveux.

» En fondant les divisions de celui-ci sur cette base, la seule légitime et rationnelle, on peut dire que *toutes les altérations névrotrophiques sont sous la dépendance du système nerveux moteur ganglionnaire, autrement dit du système sympathique*.

» Le trijumeau, comme tous les nerfs cutanés, contient des éléments ganglionnaires dans ses branches de distribution, mais il les reçoit de deux sources distinctes et éloignées l'une de l'autre. De ces sources, l'une est dans la moelle épinière, laquelle par l'intermédiaire des cinq ou six premières racines dorsales (antérieures et probablement postérieures) et par les rameaux communicants correspondants fournit les origines du sympathique cervico-cranien; celui-ci rejoint la cinquième paire par une anatomie directe étendue entre le ganglion cervical supérieur et le ganglion de Gasser. L'autre est dans le bulbe rachidien qui est un lieu d'origine important pour les nerfs ganglionnaires, et le trijumeau en reçoit de lui qui suivent directement ses racines originelles pour aller se mélanger aux précédentes.

» Une section faite sur la chaîne sympathique cervicale ne supprime donc qu'une portion des éléments ganglionaires du trijumeau, d'où l'absence ou l'atténuation habituelle des troubles trophiques dans ce cas. Une section des origines du trijumeau faite en amont du ganglion de Gasser n'aura elle-même que des effets atténués ou nuls, comme paraît l'avoir vu

Magendie. Mais une section faite sur le ganglion de Gasser, ou un peu en avant, aura chance de supprimer les deux sources à la fois, d'où l'effet toujours plus rapide et plus complet des sections pratiquées à ce niveau, et cela sans que le ganglion lui-même y soit pour rien, comme l'a vu Cl. Bernard.

» Indépendamment de ces attributions fonctionnelles qu'il convenait de préciser, ces lésions dégénératives qu'on produit à distance, en agissant sur des nerfs, ont encore un grand intérêt en ce qu'elles nous désignent le système nerveux dans son ensemble et le système ganglionnaire en particulier comme un intermédiaire possible et peut-être trop souvent oublié entre certaines lésions plus ou moins semblables et les causes diathésiques, toxiques ou banales, auxquelles on les rapporte souvent.

» Dans toutes nos expériences, les interventions sur le système nerveux ont consisté en sections faites aussi nettement que possible, équivalant, par conséquent, à des paralysies des fibres coupées. Est-on autorisé à dire que l'excitation des nerfs n'est pour rien dans les effets produits? Nous ne le pensons pas. Quelque soin qu'on apporte à l'opération, elle peut être suivie d'effets secondaires de nature inflammatoire, dégénérative ou même régénérative des éléments coupés qui peuvent y entretenir un certain degré d'irritation. Mais, même si l'on élimine cette supposition, il faut se rappeler que le système ganglionnaire est un système double (Dastre et Morat), c'est-à-dire composé d'éléments, les uns excitateurs de la fonction et les autres inhibiteurs de cette même fonction, et que la paralysie de ces derniers équivaut en somme à l'excitation des premiers. Une section faite sur un ensemble d'éléments ainsi antagonistes a pour effet de le déséquilibrer, et cette perte de son équilibre se traduit par des effets multiples, parmi lesquels, au bout d'un certain temps, intervient un désordre de la nutrition : c'est tout ce que nous en pouvons dire. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Les éléments centrifuges des racines postérieures médullaires*. Note de MM. **J.-P. Morat** et **C. Bonne**, présentée par M. Chauveau.

« La présence d'éléments nerveux centrifuges dans les racines postérieures peut se démontrer de plusieurs façons : 1° par l'excitation du bout centrifuge de ces racines coupées sur l'animal vivant, laquelle détermine des effets vaso-moteurs dans le membre correspondant, méthode essentiel-

lement physiologique; 2° par l'examen direct de préparations microscopiques sur lesquelles on suit *de visu* des fibres émanées des cellules de la substance grise qui s'engagent dans les racines postérieures, méthode exclusivement anatomique; 3° par l'étude de la dégénération secondaire qui frappe ces éléments un certain temps après leur section, méthode mixte, à la fois anatomique et physiologique.

» L'un de nous, dans un travail antérieur ([1]), a fait connaître les modifications de l'excitabilité que présentent, quelque temps après leur section, les racines postérieures excitées périphériquement. Ces modifications sont en accord avec l'existence de fibres centrifuges appartenant à ces racines et ayant leurs centres trophiques dans la moelle épinière. La présente Note vise spécialement les altérations observées à l'autopsie sur les racines sectionnées. Celles-ci étaient, en général, la sixième et la septième lombaire et la première sacrée. L'interruption portait sur la racine postérieure de chacune de ces paires d'un côté de la moelle, immédiatement en dehors de la dure-mère rachidienne (section franche avec des ciseaux). Toutes nos expériences ont été faites sur le chien.

» Les animaux ont été sacrifiés, 8, 30, 42, 64, 80 et 106 jours après la première opération. Les racines (postérieures et antérieures) étaient recueillies, soit en dedans, soit en dehors de la dure-mère, et divisées dans le sens de leur longueur en plusieurs tronçons pour être examinées histologiquement en suivant diverses méthodes. Les tronçons, comprenant l'un le ganglion, l'autre la cicatrice, étaient débités en séries suivant des plans longitudinaux passant par les deux racines maintenues accolées, après fixation par l'acide osmique au $\frac{1}{100}$, ou par le liquide de Flemming fort, puis les coupes colorées à la safranine; les autres tronçons, pris soit en dedans, soit en dehors de la dure-mère, étaient réservés pour la dissociation après séjour dans l'acide osmique pendant vingt-quatre heures.

» *Le bout supérieur (médullaire) des racines postérieures ainsi coupées contient constamment un petit nombre de fibres saines au milieu d'un très grand nombre de fibres dégénérées; le bout inférieur (ganglionnaire) contient inversement un petit nombre de fibres dégénérées au milieu d'un grand nombre de fibres saines.*

» Le contraste entre les fibres dégénérées et les fibres saines est très net à partir du huitième jour après la section; il l'est encore après le trentième et le quarantième jour; mais ensuite il s'établit, soit dans le bout ganglionnaire, soit dans le bout médullaire, un travail de *dégénération* des éléments sectionnés qui rend de plus en plus difficile le partage qu'on se propose de faire entre les éléments centripètes et centrifuges. Ces derniers sont normalement (c'est-à-dire en dehors du cas de dégénération) des fibres d'un diamètre moyen ou petit. Nous les avons suivis jusque dans l'intérieur

---

([1]) J.-P. Morat, *Les origines des nerfs vaso-dilatateurs: leurs centres trophiques* (*Comptes rendus*, 3 mai 1897).

du ganglion, nous réservant d'étudier ultérieurement leur trajet dans les nerfs de la périphérie.

» De ces faits nous sommes autorisés à conclure que *les centres trophiques* ou *corps cellulaires de cette classe d'éléments contenus dans la racine postérieure,* côte à côte avec les fibres sensitives, *sont dans la moelle épinière* et, en nous reportant à ce que nous savons de la place ordinaire de ces centres par rapport à l'origine des nerfs moteurs, *nous devons les considérer légitimement comme des éléments centrifuges.* L'examen critique le plus minutieux de nos préparations aussi bien que des conditions de l'expérience ne nous permet pas d'attribuer la dégénération des fibres trouvées altérées dans le bout ganglionnaire à aucune complication survenue en dehors de la section elle-même. Il y a du reste accord entre les preuves tirées de la physiologie et celles tirées de la méthode dégénérative.

» Remarquons seulement que, si la méthode physiologique précise la fonction (vaso-motrice) de certaines de ces fibres, nous ne sommes pas autorisés à attribuer cette seule et unique fonction à toutes les fibres que les méthodes anatomiques désignent comme centrifuges, car malgré leur petit nombre elles peuvent assumer des fonctions diverses que l'expérimentation physiologique pourra distinguer et déterminer dans l'avenir.

» Au point de vue de la morphologie générale, la présence d'éléments centrifuges dans les racines postérieures paraît une dérogation à la loi si simple et si généralement admise que Ch. Bell avait soupçonnée et Magendie démontrée; mais cette dérogation n'est peut-être qu'apparente. La loi de Magendie ne s'applique qu'aux nerfs connus de son temps, les uns moteurs volontaires et les autres sensitifs conscients. Les éléments centrifuges des racines postérieures ne sont nullement équivalents des premiers; l'expérimentation physiologique nous les désigne d'ores et déjà comme des *nerfs moteurs ganglionnaires* et, à la place où nous les examinons (dans les racines médullaires), ils représentent non des nerfs agissant directement sur les tissus, mais des *fibres de projection étendues de la moelle épinière aux noyaux moteurs ganglionnaires du système grand sympathique.* A ce titre ils peuvent émaner de la moelle, soit par les racines postérieures, soit par les racines antérieures, comme nous le montre l'expérimentation physiologique, au moins en ce qui concerne les vaso-moteurs. »

ZOOLOGIE. — *Muscle perforé de la main. Son apparition dans la série animale.* Note de M. **A. Perrin**, présentée par M. Edmond Perrier.

« La myologie du membre postérieur des Batraciens et des Sauriens m'avait montré que le muscle perforé apparaît assez tard dans la série animale. L'étude du membre antérieur, en confirmant ce résultat, donne des indications assez précises sur le mode de formation de ce muscle.

» Chez les Batraciens, on trouve une couche profonde de fléchisseurs constituée par de très petits muscles, dont les uns vont des métacarpiens aux phalanges basilaires, et les autres d'un segment au segment suivant des doigts. Plus superficiellement est un muscle très développé, qui a ses insertions proximales à l'humérus, au cubitus et au carpe et dont les faisceaux musculaires ou les tendons aboutissent aux différents segments des doigts.

» Chez les Sauriens, la couche profonde des très courts fléchisseurs fait défaut. On trouve le muscle qui correspond à la couche superficielle des Batraciens et qui est son homologue, mais on voit apparaître un muscle plus superficiel, qui n'a pas d'homologue chez les Batraciens. Par suite de sa position, les tendons de ce muscle ne peuvent atteindre les segments qu'ils doivent fléchir qu'en se divisant en deux branches, qui entourent les tendons du muscle sous-jacent. De là un muscle perforant et un muscle perforé.

» Ce muscle, perforé à l'origine, a dû être très court : c'est ce que montre la main de l'*Hatteria* ou de l'*Uromastix*, où il naît d'un tendon transversal allant du radial au pisiforme. Chez d'autres Sauriens, il présente un long ventre, qui n'est généralement pas décrit. C'est ainsi que, chez le *Varanus* et le *Lacerta*, le muscle naît de l'humérus et vient aboutir au tendon transversal, qui a été décrit chez les autres Sauriens. C'est cette disposition que présente le muscle homologue du pied des Sauriens.

» Cette disposition est encore défectueuse, car le long ventre, par ses relations avec le carpe, joue un faible rôle dans la flexion des doigts. Aussi, chez l'homme, le perforé deviendra complètement indépendant des os du carpe.

» La disposition primitive que le perforé présente chez certains Sauriens, au membre antérieur seulement, tendrait à démontrer que le membre antérieur a une structure plus primitive que le membre postérieur.

La présence, dans la main des Sauriens, de certains muscles homologues à ceux des Urodèles, muscles que l'on trouve moins nombreux dans le pied des mêmes Reptiles, vient encore apporter un nouvel argument en faveur de cette manière de voir. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux types nouveaux de Crustacés isopodes appartenant à la faune souterraine des Cévennes.* Note de M. **Adrien Dollfus**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Les recherches que M. Armand Viré avait faites, en 1895, dans les grottes du Jura avaient amené la découverte d'un type nouveau de Crustacés, du groupe des Sphéromides, qui vit dans la grotte de Baume-les-Messieurs et que nous avons décrit sous le nom de *Cæcosphæroma Virei.*

» En 1896, M. Viré et M. le Dr P. Raymond ont porté leurs investigations dans la région des Cévennes. Elles ont enrichi la faune française de deux genres nouveaux d'Isopodes, un Sphéromide et un Asellide. Tous deux ont un aspect très particulier : le Sphéromide est d'une taille remarquable, atteignant 16^{mm}; l'Asellide, d'une extrême étroitesse, est d'apparence vermiforme.

» Il serait prématuré d'affirmer, sur ces trop rares documents, que nous nous trouvons ici en présence de formes archaïques, restes d'une faune tertiaire marine dans des eaux progressivement dessalées; mais cette étude de la faune carcinologique des grottes nous amène à des découvertes bien suggestives et nous espérons que les vaillants explorateurs qui l'ont entreprise feront faire de nouveaux progrès à notre connaissance de cette étrange faune.

» *Sphæromides,* novum genus. — Corps ovale, allongé; céphalon à première paire d'antennes plus grêles et plus courtes que les secondes, à mésépistome étroit et allongé. Yeux absents. Pereion à parties coxales bien développées sur les segments 2 à 7. Pereiopodes postérieurs grêles, ceux des 3 premières paires préhensiles. Pleon à 5 segments libres. Pleotelson grand, formé par la coalescence d'un seul segment du pleon avec le telson; appendices des uropodes subégaux.

» Espèce : *Sphæromides Raymondi*, nova species (Dr P. Raymond, source de la Dragonnière, Ardèche, 1896).

» *Stenasellus*, novum genus. — Corps très étroit, allongé; céphalon intimement uni au premier segment pereial. Antennes inégales, celles de la première paire plus courtes que celles de la seconde; le fouet est garni de poils olfactifs. Yeux absents. Segments 2 à 7 du pereion à parties coxales très petites. Pereiopodes de la première paire à pro-

podite allongé; pattes suivantes grêles. Pleon à trois premiers segments libres et très développés, en retrait sensible sur les segments pereiaux. Pleotelson oblong, allongé; uropodes très développés.

» Espèce : *Stenasellus ireiV*, nova species (Armand Viré, puits de Padirac, Lot, 1896) ».

ZOOLOGIE. — *Remarques sur les organes des sens du* Sphœromides Raymondi, *n. s.*, *du* Stenasellus Virei *n. s.*, *et de quelques Asellides*. Note de M. **Armand Viré**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Nous avons déjà eu occasion de parler (*Comptes rendus*, 24 février 1896) des modifications apportées aux organes des sens des animaux cavernicoles par leur séjour dans l'obscurité. On sait qu'en général, à mesure que l'œil disparaît, les autres organes des sens s'hypertrophient et acquièrent une délicatesse particulière.

» Les deux nouveaux Isopodes, dont M. Dollfus à parlé dans la Note précédente, viennent nous apporter sur ce sujet des faits bien caractéristiques.

» *Sphœromides Raymondi*. — Nous n'avons pu observer sur cet animal que les poils tactiles, les organes olfactifs étant tous brisés sur l'unique exemplaire recueilli par M. Raymond.

» Mais les poils tactiles sont des plus remarquables : les uns sont droits, rigides, non ramifiés ; les autres, que l'on remarque principalement sur les antennes et les pattes, sont légèrement articulés à leur base ; à peu près à la moitié de leur longueur, ils se renflent et donnent naissance à de petits poils secondaires, excessivement fins et mobiles, flottant dans le liquide ambiant et recueillant certainement, avec une grande délicatesse, les impressions extérieures.

» *Stenasellus Virei*. — Les poils tactiles sont à peu près conformés comme les précédents.

» Plus intéressants sont les organes olfactifs qui viennent compléter heureusement une bien intéressante série.

» Ces organes sont composés de sortes de lamelles aplaties supportées par un pédoncule, qui s'articule sur l'extrémité de chaque segment de l'antennule.

» Or, chez l'*Asellus aquaticus* des ruisseaux des environs de Paris, ce petit organe atteint à peu près la moitié de la longueur d'un des segments de l'antenne.

» Chez le même *Asellus* vivant à l'obscurité dans les conduites d'eau souterraines de la ville de Paris, on le voit atteindre presque la longueur du segment.

» Chez les individus qui habitent les fontaines des catacombes de Paris, l'organe dépasse la longueur du segment.

» Enfin, chez notre *Stenasellus*, il atteint plus d'une fois et demie la longueur du segment.

» On peut constater, en même temps, une série contraire dans le développement de l'œil.

» Noir et bien développé chez l'*Asellus* des ruisseaux, il est un peu plus pâle chez celui des conduites d'eau souterraines; chez l'*Asellus* des catacombes, il n'est plus représenté que par des points rouges; enfin, il n'en reste plus trace dans le *Stenasellus* des cavernes.

» Nous avons donc là deux séries bien nettes, qui apportent une nouvelle et remarquable confirmation de la loi de Geoffroy Saint-Hilaire sur le balancement des organes, et des théories de Darwin sur l'influence des milieux. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la défense des vignes contre la Cochylis.* Note de M. P. **Cazeneuve**, présentée par M. Aimé Girard.

« J'ai l'honneur d'appeler l'attention de l'Académie sur un mode de traitement très efficace des vignes contre les atteintes de la Cochylis (*Cochylis roserana ambiguella*), lépidoptère qui produit dans certaines régions viticoles, et en particulier dans le Beaujolais et le Bordelais, des ravages considérables.

» Je rappellerai que les dégâts produits ont lieu lorsque l'insecte est à l'état de chenille. La chrysalide, très résistante, passe l'hiver sur les souches et sur les échalas. Les papillons sortent au printemps, pondent des œufs. La chenille (ver rouge des viticulteurs) dévore la jeune grappe au moment de la floraison. A ce moment, cette chenille s'enveloppe promptement d'un réseau soyeux qui la met à l'abri des atteintes de l'extérieur. Avant les vendanges une évolution nouvelle a lieu. La chenille se transforme en chrysalide peu après la floraison. Les nouveaux papillons sortis pondent à nouveau des œufs qui donnent des chenilles, lesquelles, cette fois, envahissent les raisins à la veille de la maturité.

» Cette double génération, certaines années, anéantit jusqu'au deux tiers des récoltes. La qualité du vin se ressent aussi de cette seconde invasion. Les raisins, perforés et à moitié dévorés, deviennent bientôt la proie des cryptogames et pourrissent avant l'introduction dans la cuve. Si la température est intense, les grains sèchent, vides de leur contenu, au préjudice de la quantité de vin produit.

» Tous les modes de traitement préconisés contre cet insecte dévastateur n'ont donné que des résultats très insuffisants : injection de poudre

de pyrèthre, d'émulsion savonneuse de térébenthine ou de pétrole. Je ne parle pas des procédés peu pratiques, suivis parfois pour les raisins de choix, qui consistent à détruire les chenilles une à une, soit avec un instrument piquant, soit en versant une goutte d'huile sur le nid soyeux de l'insecte.

» Depuis 1896, j'utilise avec une efficacité remarquable l'injection sur la grappe, avec une soufreuse mécanique, d'un mélange de 10 parties de naphtaline pour 90 parties de soufre.

» Cette année, comme l'année dernière, j'ai pratiqué ce soufrage naphtaliné tout à fait au début de la floraison de la vigne, c'est-à-dire fin mai pour la région beaujolaise. J'ai protégé ma vigne à la fois contre l'Oïdum et contre la Cochylis. Une parcelle de vigne témoin a subi les atteintes et du cryptogame et de l'insecte. Une seconde parcelle, traitée en pleine floraison, alors que la chenille dévorait la fleur et faisait des dégâts journellement constatés, a été guérie radicalement dès que le soufrage naphtaliné a été effectué. Les chenilles étaient tuées sur place ou, plus fréquemment, abandonnaient leur retraite et tombaient sur le sol, incapables de regagner la souche.

» Les premiers jours d'août, les papillons du voisinage peuvent affluer sur la vigne traitée au printemps et dépouillée par les pluies de la naphtaline préservatrice. Du 1er au 10 août, dans notre région, un dernier traitement à la poudre naphtalinée préservera la vigne contre cette seconde évolution. En 1896, le résultat a été probant. Dans trois semaines, je compte renouveler l'expérience, vu l'abondance de cet insecte sur les vignes des côtes beaujolaises.

» L'époque de ce second traitement est suffisamment éloignée des vendanges pour qu'on n'ait pas à redouter de donner au vin un goût naphtaliné. La première pluie lave le raisin de la poudre insecticide. Si le premier traitement, à l'époque de la fleur, était généralisé, le second deviendrait superflu. La seconde génération avorterait fatalement ou serait réduite à des proportions peu redoutables.

» Les syndicats devraient s'occuper de favoriser ces traitements généraux de toutes les vignes d'une contrée, à l'époque de la fleur. Les bénéfices en seraient immédiats.

» Au lieu de soufre, si l'on ne redoute pas l'Oïdium, on peut employer, comme véhicule mêlé à la naphtaline, soit le talc, soit le plâtre précipité, plus économique que le soufre.

» Ces traitements, que j'ai pratiqués avec succès pour combattre la Cochylis, mériteraient d'être essayés contre l'Altise, la Pyrale, le Gribouri ou Écrivain. Le pouvoir insecticide de la naphtaline commande de généraliser ces essais contre ces autres insectes, ennemis de la vigne, qui produisent dans certaines régions des dégâts considérables. L'important sera de

choisir la période de leur évolution où ils peuvent être plus facilement atteints. »

M. ÉMILE BLANCHARD présente les remarques suivantes, sur les procédés de destruction de la Cochylis de la vigne :

« Dès longtemps j'ai donné un procédé de destruction de la Cochylis de la vigne, à la fois simple, peu dispendieux et d'une efficacité absolue. Il s'agit de prendre de la cendre de bois bien tamisée, d'y ajouter une certaine quantité de soufre sublimé qui augmente l'adhérence et de répandre, au moment de l'apparition des jeunes chenilles de la première génération de l'année, à l'aide d'une grosse cuiller de bois ou de métal, la matière pulvérulente. Les poils que portent les chenilles retiennent la matière pulvérulente qui, ainsi, vient obturer les orifices respiratoires et déterminer de la sorte d'une manière inévitable la mort des insectes. Des lettres de nombreux intéressés sont venues m'affirmer le succès obtenu par le recours au procédé qui vient d'être formulé. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les tubercules d'Orchidées*. Note de M. LECLERC DU SABLON, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Les réserves renfermées dans les tubercules d'Orchidées sont surtout formées par de l'amidon et une matière mucilagineuse ayant la même composition et, à peu de chose près, les mêmes propriétés que l'amidon. Je me suis proposé d'étudier la formation et la destruction de cette matière de réserve, c'est-à-dire ce qu'on peut appeler l'*évolution physiologique* du tubercule. Je rappellerai d'abord, en quelques mots, l'évolution morphologique. Les nouveaux turbercules apparaissent ordinairement en décembre ou janvier ; ils croissent rapidement et, en avril, au moment de la floraison, ils ont à peu près la même taille que les anciens. Puis, en mai ou juin, lorsque la tige aérienne est desséchée et que les vieux tubercules sont flétris, les jeunes tubercules passent à l'état de vie ralentie et n'en sortent que vers le mois de septembre, pour produire une nouvelle tige. Pendant l'hiver et le printemps, le tubercule est consommé peu à peu pour former la tige et les feuilles, puis les fleurs et les fruits. Il y a donc, dans la vie d'un tubercule d'Orchidée, deux périodes de vie active séparées par une période de vie ralentie. La première période de vie active s'étend du mois

de décembre au mois de mai : c'est la période de formation; la période de vie ralentie va du mois de mai au mois de septembre et la seconde période de vie active commence en septembre et finit en mai de l'année suivante : c'est la période de destruction.

» En analysant des tubercules aux différentes époques de l'année, on peut voir la relation qui existe entre la composition chimique et l'état du développement. Les substances que j'ai dosées sont : 1° les sucres réducteurs ou glucoses; 2° les sucres non réducteurs ou saccharoses; 3° les matières amylacées ou amyloses comprenant l'ensemble de l'amidon et des matières mucilagineuses solubles dans l'eau et insolubles dans l'alcool à 90°. Je n'ai pas cru devoir séparer les amidons des matières mucilagineuses, parce que toutes ces substances jouent, dans la nutrition de la plante, un rôle analogue. Les dosages dont je vais donner les résultats ont été effectués à peu près chaque mois pendant les années 1896-1897; du mois de février au mois de juin, les plantes avaient deux tubercules, un jeune et un vieux, qui étaient, bien entendu, analysés séparément. L'espèce qui m'a fourni les matériaux d'étude est l'*Ophrys aranifera*.

Date.	Poids de la matière desséchée.	Glucose.		Saccharose.		Amylose.	
	gr	gr	Pour 100.	gr	Pour 100.	gr	Pour 100.
4 février.....	0,301	0,033	10,0	0,041	13,0	0,098	32
16 mars......	0,514	0,036	7,0	0,036	7,0	0,228	44
27 avril.......	0,926	0,020	2,0	0,004	0,4	0,529	57
1 juin.......	2,331	0,003	0,1	0,007	0,3	1,579	67
6 août.......	2,960	traces		traces		2,080	70
10 septembre..	3,198	»		»		2,085	65
15 octobre....	2,413	0,043	1,7	0,065	2,6	1,470	60
20 novembre..	0,937	0,036	3,8	0,119	12,0	0,561	59
22 décembre..	2,547	0,192	7,0	0,380	15,0	1,469	57
4 février.....	0,848	0,074	8,0	0,164	19,0	0,320	37
16 mars.......	0,709	0,063	9,0	0,125	17,0	0,205	29
27 avril.......	0,372	0,070	18,0	0,050	13,0	0,060	16
1 juin.......	0,350	0,030	8,0	0,020	5,0	0,035	10

» A chacune des époques de l'année indiquées sur ce Tableau, j'ai fait quatre ou cinq dosages correspondant à une vingtaine de tubercules environ; les résultats n'ont pas toujours été identiques, surtout pour les matières amylacées; les nombres que je donne sont ceux qui se rapprochent le plus de la moyenne. Les chiffres entre parenthèses indiquent la

proportion de glucose, de saccharose et d'amylose rapportée à 100 de matière analysée desséchée. On voit que, pendant la période de formation du tubercule, de février en juin, la proportion de matières amylacées va constamment en augmentant; les sucres, au contraire, qui sont d'abord en proportion notable, disparaissent à peu près complètement.

» Pendant la période de repos, correspondant à peu près à l'été, les seuls hydrates de carbone renfermés dans le tubercule sont les amyloses, dont on voit ainsi clairement le rôle de substances de réserve. Enfin, pendant la seconde période de vie active qui correspond à la destruction des réserves, les mêmes phénomènes se produisent que pendant la période de formation, mais dans un ordre inverse : la proportion des matières amylacées va sans cesse en diminuant pendant que la quantité de sucre augmente; le saccharose est d'abord en proportion bien plus considérable que le glucose, tandis que, à la fin de la période végétative, c'est le glucose qui l'emporte. Les choses se passent donc, d'une façon générale, comme si les amyloses étaient transformés en saccharose et le saccharose en glucose.

» Les tubercules d'*Ophrys* fournissent donc un exemple très net, d'une part, de la relation qui existe entre la composition chimique des organes de réserve et l'état du développement et, d'autre part, du rôle que jouent les sucres dans la formation et la destruction des réserves amylacées. Pendant la période de formation, il semble que l'amidon soit formé aux dépens des sucres; pendant la période de repos, les sucres manquent et pendant la période de destruction, l'amidon est digéré et subit une série de transformations qui l'amènent à l'état de saccharose, puis de glucose. Il est à remarquer que, pour les Orchidées comme pour beaucoup d'autres plantes vivaces, l'été est une période de repos, de mort apparente, tandis que l'hiver est l'époque où la végétation est la plus active. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le remplacement de la racine principale par une radicelle, chez les Dicotylédones* (¹). Note de M. **Boirivant**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« On a déjà signalé que, lorsque l'extrémité d'une racine pivotante est détruite, une des radicelles devient plus grosse, change de direction et

(¹) Travail fait au laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

semble jouer le rôle de racine principale. J'ai voulu rechercher si des différences anatomiques correspondent à ce remplacement extérieur et préciser les conditions dans lesquelles peuvent se produire de tels phénomènes. La présente Note a pour but de faire connaître les conclusions que m'a fournies l'étude de quelques Dicotylédones (*Faba*, *Arachis*, *Lupinus*, *Ricinus*, *Daucus*, *Raphanus*).

» Expliquons en détail ce qui se passe dans le genre *Faba*.

» Je coupe à 5^{mm} de son extrémité une racine qui a déjà atteint 4^{cm} de longueur et qui n'est pas ramifiée. En culture aqueuse il existe, dès le lendemain, un renflement de l'extrémité de la racine et l'accroissement en longueur de cet organe cesse bientôt complètement. L'étude anatomique de ce renflement montre qu'il est dû à de jeunes radicelles encore intra-corticales. D'ailleurs, dans la suite, sur ces très jeunes plantes les premières radicelles apparues sont situées au niveau de la section. De sorte que, pendant un certain temps, la racine possède des ramifications à son extrémité alors qu'il n'en existe pas à sa base. Quelques-unes d'entre elles ont une direction verticale et sortent par la tranche. Elles sont ou isolées ou concrescentes. Parmi ces radicelles, il en existe fréquemment une qui, dès sa sortie, apparaît plus volumineuse que ses voisines: c'est elle qui se développe la première, elle grandit verticalement et tend à reconstituer le système pivotant de la Fève.

» Avant de décrire la structure de la radicelle de remplacement, je parlerai rapidement de l'anatomie de la racine principale d'une plante témoin et de celle d'une racine latérale normale.

» Le cylindre central de la racine principale possède, en général, cinq ou six faisceaux ligneux et cinq ou six faisceaux libériens; ce nombre peut, chez certains individus, s'élever à sept ou s'abaisser à quatre.

» L'épaisseur relative de l'écorce est plus faible pour la racine de premier ordre que pour ses ramifications. On sait que, lorsqu'une racine principale a atteint une certaine longueur, le méristème terminal fonctionne différemment et produit moins de faisceaux primaires. J'ai étudié le mécanisme par lequel s'effectue cette réduction. C'est d'abord un faisceau ligneux qui réduit progressivement le nombre de ses vaisseaux. Les cellules les plus rapprochées du péricycle, qui jusqu'ici se différenciaient en petits vaisseaux, restent à l'état de tissu conjonctif non différencié. Pendant que ce faisceau ligneux subit cette réduction, les deux faisceaux libériens placés respectivement à sa droite et à sa gauche se rapprochent l'un de l'autre. Ils arrivent peu à peu à se réunir et n'en forment plus qu'un seul qui se trouve donc opposé au faisceau ligneux, lequel est réduit alors à deux ou trois vaisseaux seulement. De ces derniers, il ne subsiste bientôt plus qu'un seul vaisseau, de calibre moyen, et celui-ci lui-même ne tarde pas à disparaître. Si la racine était, au début, construite sur le type 6, elle présente maintenant le type 5.

» Le cylindre central d'une radicelle est ordinairement construit sur le type 4. Cependant, quelquefois on y rencontre seulement deux ou trois faisceaux ligneux. Les formations secondaires y sont rares et tardives.

» Vers la base d'une jeune radicelle de remplacement, une coupe transversale du cylindre central a plus ou moins la forme d'une ellipse. Le nombre de ses faisceaux est très souvent égal et quelquefois supérieur à celui de la racine mère. Ainsi, on y rencontre ordinairement six faisceaux ligneux, quand la racine principale en a six et même parfois quand elle n'en a que cinq. Ces faisceaux sont tous d'importance égale; dans ce cas le cylindre central ne diffère de celui de la racine principale que par sa forme particulière. Quelquefois il existe quatre grands faisceaux ligneux et un ou deux petits. Les quatre grands peuvent être considérés comme les homologues des quatre faisceaux qui existent chez la plupart des radicelles. Des variations analogues se présentent dans le système libérien. Par son épaisseur relative, l'écorce se rapproche de celle de la racine principale. La déformation du cylindre central est surtout due aux compressions résultant de la direction verticale que prend la radicelle dans les tissus de la racine mère. Cette déformation persiste pendant un certain temps, puis l'organe acquiert une régularité normale. La diminution du nombre des faisceaux, constante dans la racine principale de *Faba,* l'est aussi dans la radicelle de remplacement. Au contraire, une telle réduction est rare chez les radicelles normales. Les formations secondaires sont abondantes et hâtives chez la radicelle de remplacement, comme chez la racine mère. La substitution d'une radicelle à sa racine mère est d'autant plus parfaite que la partie supprimée de cette dernière est plus faible. Cependant il est une limite au-dessous de laquelle il ne faut pas descendre. Si la partie détruite a une longueur inférieure aux trois quarts d'un millimètre, les portions du méristème et de la coiffe intéressées par la section sont reproduites par les tissus jeunes laissés en place. La racine principale continue à s'accroître. A la suite de la section de la racine principale, il y a une surproduction de radicelles à l'extrémité de cet organe: c'est ce qui explique la fréquence des concrescences radicellaires en ce point. La même opération entraîne au même point une désagrégation des tissus moyens de l'écorce : c'est pourquoi les racines de second ordre, ne rencontrant dans ces tissus qu'une faible résistance, s'infléchissent, deviennent verticales et, négligeant ainsi de traverser toute l'épaisseur de l'écorce, sortent par la tranche.

» Dans le genre *Arachis,* les radicelles normales sont ordinairement binaires et la racine principale est construite sur le type 4. La radicelle de remplacement acquiert trois ou quatre faisceaux ligneux. Les formations secondaires s'y manifestent presque aussi hâtivement que dans la racine principale. La structure primaire des radicelles du genre *Lupinus* diffère peu de celle de la racine principale. Ce sont les formations secondaires, précoces et abondantes dans la radicelle de remplacement, qui rapprochent cet organe de la racine mère. Il en est de même dans le genre *Ricinus.* Dans les genres *Daucus* et *Raphanus,* les radicelles hypertrophiées sont au nombre de deux ou trois. Les tissus secondaires y sont abondants. Dans la Carotte, par exemple, on y rencontre des canaux sécréteurs comme chez la racine de premier ordre.

» On peut résumer ces observations en disant que l'*existence d'une*

radicelle de remplacement est assez fréquente chez les Dicotylédones. Cette radicelle régénère dans une certaine mesure le système pivotant détruit. Par sa structure, elle se rapproche intimement de la racine mère. Ainsi :

» 1° Lorsque les faisceaux primaires sont plus nombreux dans la racine principale que dans ses ramifications, la radicelle de remplacement augmente le nombre de ses propres faisceaux et en acquiert souvent, dans sa région d'origine, un nombre égal à celui de la racine mère ;

» 2° Il s'opère chez elle, comme chez une racine principale, une réduction du nombre des faisceaux, et d'après le mécanisme que j'ai indiqué ;

» 3° Les formations secondaires sont, chez une radicelle de remplacement, aussi abondantes et aussi précoces que chez une racine de premier ordre. »

La séance est levée à 4 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 12 juillet 1897.

Cours d'exploitation des Mines, par Haton de la Goupillière, Inspecteur général des Mines, Membre de l'Institut, etc. Seconde édition, revue et augmentée avec la collaboration de Maxime Pellé, Ingénieur au Corps des Mines. T. II. Paris, P. Vicq-Dunod et Cie, 1897 ; 1 vol. gr. in-8°. (Offert par l'Auteur.)

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. Collignon et Aimé Girard. Juin 1897. Paris, Chamerot et Renouard ; 1 vol. in-4°.

Notice nécrologique sur Auguste Daubrée, par M. Alb. de Lapparent. (Extrait du *Bulletin de la Société géologique de France*. 3e série. T. XXV. Paris, 1897 ; 1 vol. broch. in-8°. (Hommage de l'Auteur.)

Revision des Salomonitæ, Locustidæ *de la tribu des* Conocephalinæ, par Charles Brongniart, Docteur ès Sciences, Assistant au Muséum d'Histoire naturelle. (Extrait du *Bulletin de la Société philomathique de Paris*.) Lille, Le Bigot frères ; vol. in-8. (Présenté par M. Blanchard.)

Bulletin de la Société astronomique de France et *Revue mensuelle d'Astrono-*

mie, de Météorologie et de Physique du globe. Juillet 1897. Paris, Ch. Bivort; 1 fasc. in-8°.

Bulletin international du Bureau central météorologique de France. Directeur : E. Mascart, nos 159 à 181. 4 fasc. in-4°.

Revue maritime, couronnée par l'Académie des Sciences. Juin 1897. Paris, L. Baudoin; 1 vol. in-8°.

Annales médico-psychologiques, journal destiné à recueillir tous les documents relatifs à l'aliénation mentale, aux névroses et à la Médecine légale des aliénés. Fondateur : Dr J. Baillarger. Rédacteur en chef : Dr Ant. Ritti. n° 1. Juillet-août 1897. Paris, Masson et Cie; 1 vol. in-8°.

Journal du Ciel, couronné par l'Académie des Sciences. *Bulletin de la Société d'Astronomie. Notions populaires d'Astronomie pratique. Astronomie pour tous.* Directeur : Joseph Vinot. Août 1897; in-4°.

Archives des Sciences biologiques, publiées par l'Institut impérial de Médecine expérimentale à Saint-Pétersbourg. T. V. nos 2 et 3. Saint-Pétersbourg, 1897; 1 vol. in-4°.

Mémoires de la Section topographique de l'État-Major russe. Partie 54. 1 vol. in-4°. (Offert par M. Vénukoff.)

Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1896, Berlin ; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 28 juin 1897.)

Ajouter à l'*errata* de M. *Hollard :*

« Pour le dosage de l'étain et du zinc par électrolyse, les liquides soumis à l'électrolyse doivent occuper, comme pour le cuivre, un volume de 350cc. »

(Séance du 5 juillet 1897.)

Page 19, ligne 19, *au lieu de* M. S. Puggenheimer, *lisez* M. S. Guggenheimer.